

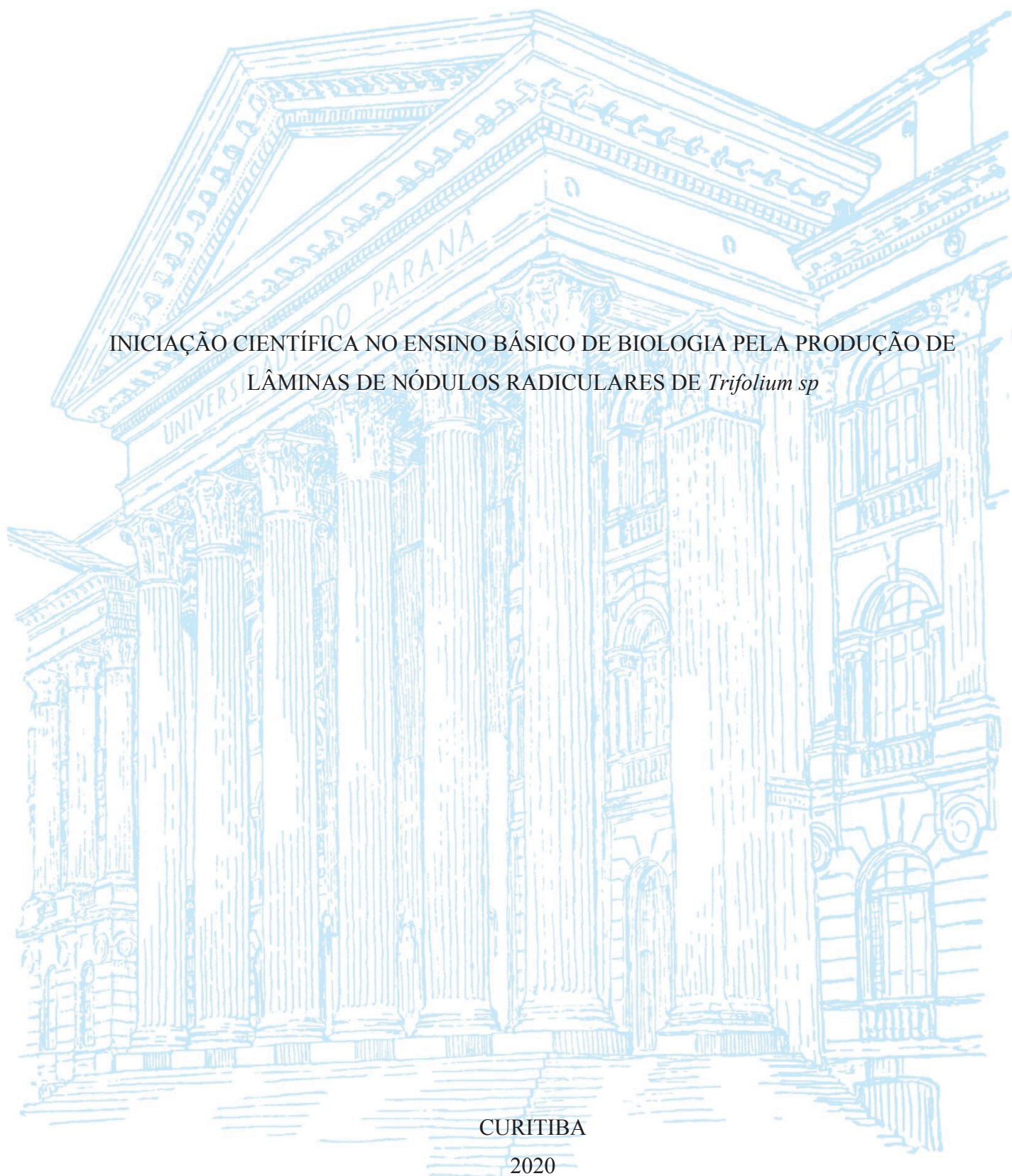
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ ANEVAN FAGUNDES

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE  
LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium sp*

CURITIBA

2020



JOSÉ ANEVAN FAGUNDES

INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE  
LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium sp*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de Concentração: Ensino de Biologia  
Orientadora: Profa. Dra. Patricia do Rocio Dalzoto

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas  
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Fagundes, José Anevan

Iniciação científica no ensino básico de biologia pela produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium sp.* / José Anevan Fagundes. – Curitiba, 2020.

242 p.: il.

Orientadora: Patricia do Rocio Dalzoto

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. Ensino – Metodologia. 2. Biologia – Estudo e ensino. 3. Didática. 4. Microbiologia. 5. Nitrogênio - Fixação. I. Título. II. Patricia do Rocio Dalzoto, 1972-. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional. IV. Profbio.

CDD (22. ed.) 371.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE  
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSÉ ANEVAN FAGUNDES** intitulada: **Iniciação científica no ensino básico de Biologia pela produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium* sp.**, sob orientação da Profa. Dra. PATRICIA DO ROCIO DALZOTO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 20 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

20/10/2020 12:00:39.0

PATRICIA DO ROCIO DALZOTO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

20/10/2020 12:21:23.0

LUCY ONO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

21/10/2020 14:51:07.0

ANDRÉ LUIZ DA SILVA DOMINGUES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA)



Dedico este trabalho a  
memória do Sr. Jaime que com sua  
formação acadêmica básica no  
Ensino Científico, orientou seus  
sete filhos na dedicação ao estudo  
e também as dos meus dois  
“irmãos adotados” – Dilson José e  
Amadeu, que dedicaram suas  
carreiras profissionais na formação  
educacional de centenas de jovens  
adolescentes no ensino e  
aprendizagem de ciências  
biológicas.

Dedico também, em  
especial, a todos os profissionais  
da educação que acreditam no  
poder da transformação social  
emanado pelo acesso ao  
conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Patricia do Rocio Dalzoto, pelo aceite em realizar a orientação com maestria e cuja atenção e revisão tornaram possível a concretização do presente estudo.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, especialmente na pessoa da Profa. Dra. Sandra Maria Alvarenga Gomes que não mediu esforços na implantação deste mestrado para a comunidade e que conjuntamente com o Prof. Dr. Jaime Paba Martinez assumiram a coordenação inicial com muito zelo e ética. Faço aqui o reconhecimento da forma dedicada para a manutenção da qualidade do curso, destinada pelas atuais coordenadoras, Profa. Dra. Mariana da Rocha Piemonte e Profa. Dra. Carla Wanderer.

Aos notáveis professores da UFPR e colaboradora Profa. Dra. Tânia Zaleski que ministraram zelosamente as disciplinas do curso, oportunizando uma formação de qualidade voltada para as metodologias ativas de aprendizagens e em especial, aos orientadores nos planos de aplicação em sala, Profa. Dra. Lucy Ono (Tema I), Prof. Dr. Jaime Paba Martinez (Tema II) e Profa. Dra. Sandra Maria Alvarenga Gomes (Tema III).

À Secretaria de Estado da Educação do Paraná e ao Núcleo Regional de Educação da Área Metropolitana Norte, pela autorização concedida para realização desta pesquisa.

Às gestoras Claudia, Bernadete e Andreia, colegas de trabalho no Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, pela amizade e apoio para que este estudo fosse realizado.

Aos estudantes formandos das turmas 4TB e 4TC pela confiança e aceitação em contribuir com a participação protagonista neste estudo que fundamentou a pesquisa.

À Profa. Mestre Beatriz (1ª Turma PROFBIO/UFPR) pelas provocações de incentivo.

A todos os meus colegas do Mestrado PROFBIO, especialmente à Joseane (sempre pronta a ajudar nas horas em que mais precisamos), Amélia, Patrícia, Douglas e Tati, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos quando “éramos seis”.

À minha esposa Shirlei, sempre companheira e compreensiva da exigência de um mestrado e aos meus filhos queridos, Caroline, Guilherme e Gabriele que com o pouco que fizeram, muito contribuíram em minha ajuda e em especial às sobrinhas Amanda Mahara e Kamila pela revisão no resumo em língua inglesa, enfim, a todos os meus familiares pelo apoio e compreensão de meu afastamento, especialmente minha mãezinha Maria.

Este TCM foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da UFPR e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Instituição: Universidade Federal do Paraná
Mestrando: José Anevan Fagundes
Título do TCM: Iniciação Científica no Ensino Básico de Biologia pela Produção de Lâminas de Nódulos Radiculares de <i>Trifolium sp.</i>
Data da defesa: 20 de outubro de 2020.
<p>A educação é um processo pelo qual o ser humano desenvolve a aprendizagem ao longo do tempo e no mesmo compasso do relógio. O conhecimento se refaz e se constrói a cada instante, logo nunca será tarde, nem tão pouco suficiente para aprender ou ensinar tudo aquilo que a sapiência tem a oferecer. E, nesta trilha, dois elementos se constituem fundamentais: a motivação e a determinação.</p> <p>A motivação é a mola propulsora que injeta a inspiração para realizar as ações necessárias, e a determinação é uma espécie de autocobrança, própria do indivíduo, que age sistemicamente na função regulatória de modo a garantir a realização desse processo.</p> <p>O ensino básico e a academia, em seu nível superior, apresentam um abismo que separa o universo do conhecimento. Mas o processo investigativo é uma continuidade marcante que promove a aproximação entre os saberes, no ensino e na aprendizagem, propostos na concepção do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional.</p> <p>O PROFBIO caracterizou-se como uma conquista, mas não apenas pessoal. Tenho a clareza de que a Universidade Pública e de qualidade atingiu seu propósito de universalização de um ensino primoroso e que veio a oportunizar a formação, em seu processo continuado, a dezenas de profissionais que celebram, juntamente com outras tantas dezenas disseminadas pelos estados brasileiros, o prazer de um compromisso público assumido com a sociedade na propagação de um ensino diferenciado, emancipador e que põe o estudante no seu devido lugar como protagonista dentro do seu processo, através das metodologias ativas em seu fundamento investigativo.</p> <p>Voltar aos bancos da academia após 27 anos no efetivo trabalho de regência em sala de aula, permitiu um olhar para dentro do sistema tradicionalista e clássico de ensino, sem deméritos para este, mas com a convicção de que a motivação promotora de uma proposta educacional marcada pelo protagonismo de jovens estudantes na sua capacidade de elaborar hipóteses, desenvolvendo estratégias e métodos para submissão aos seus testes, confirmando</p>

suas conclusões ou compreendendo os porquês dos descartes, só pôde confirmar que o estudo, caminhando no seu processo de ensino motivador, conduz para uma aprendizagem significativa, elevando o seu nível, aproximando-o, ou melhor, diminuindo a distância para a travessia na condução para o saber construído.

Hoje, após esta vivência e convivência no PROFBIO, posso dizer que bem longe da perfeição, me tornei um profissional muito melhor, muito mais preparado e capacitado para enfrentar novos desafios educacionais, envolvendo muito mais a participação dos estudantes em aulas através de metodologias ativas de aprendizagens do que simplesmente pela experimentação em aulas práticas. Essa conquista é nossa, da educação.

Dizer que foi fácil? Jamais. Foi o fruto de uma motivação que recobrou de grande esforço e dedicação acadêmica, não para suprir o ego, mas para proporcionar uma grande viagem no aprimoramento profissional mais inserido no fazer ciência junto aos discentes.



O conhecimento emerge apenas através da invenção e da reinvenção,  
através da inquietante,  
impaciente e esperançosa investigação que os seres humanos buscam no mundo,  
com o mundo e uns com os outros.

Paulo Freire

## RESUMO

O ensino público no Brasil, notoriamente, segundo pesquisas, vem sendo muito debatido sob o ponto de vista da sua qualidade oferecida em nossas escolas, especialmente no caso de alunos em conclusão do ensino médio, com baixo desempenho nas avaliações externas, com dificuldade de acompanhamento na série e na continuidade de seus estudos. Essa inferência permitiu a elaboração do projeto que culminou nesta pesquisa qualitativa, aplicada mediante a análise do desenvolvimento comparativo entre o típico ensino clássico, dito tradicional, conteudista e amparado nas aulas expositivas, apoiadas no recurso básico das informações do livro didático, em contraponto com a metodologia ativa elencada na concepção de aprendizagem baseada em problemas. A pesquisa foi realizada com duas turmas de 4º ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, em ensino técnico em administração do período noturno do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, em Pinhais, região metropolitana de Curitiba, no Paraná. Contemplou-se o objetivo geral com os seguintes resultados: colaboração dos estudantes no desenvolvimento da sequência didática investigativa com a planta *Trifolium repens* (trevo branco) cultivada e bactérias radiculares; com estes organismos foi possível explorar a aprendizagem de conceitos microbiológicos e de Botânica relacionados à Ecologia e a fixação do nitrogênio; através da Metodologia Ativa, foram preparadas lâminas de cortes histológicos de nódulos presentes nas raízes do trevo branco e preparadas exsicatas da planta para depósito no acervo do herbário escolar; foi a partir da metodologia ativa que se permitiu aos estudantes uma vivência efetiva na experimentação e produção do conhecimento, de forma colaborativa com apropriação gradual e consequentemente a avaliação comparada confirmando que o método ativo produziu melhor desempenho na aprendizagem. As análises comparativas de dados levantados dos questionários pré-teste e pós-teste, entre a aplicação de duas sequências didáticas dicotômicas, tratados na estatística por *Bernoulli*, confirmou pela probabilidade de massa que a turma da Metodologia Ativa apresentou maior distribuição binomial entorno da média no pós-teste. No teste *t* de *Student*, presumindo variâncias equivalentes, apresentou p-valor de 0,01 – comparando-se as médias dos pós-testes, podendo-se atribuir que a diferença existiu em favor da sequência didática investigativa, produzida colaborativamente com os estudantes. Através da *ANOVA*, o p-valor obtido de 0,02, também menor que 0,05 atribuído na significância, quando comparadas as médias das duas turmas no pós-teste, confirmou a significância da Metodologia Ativa. Por fim, numa análise simples entre as médias finais foi possível obter que a turma da Metodologia Ativa apresentou um desempenho 14% maior na nota, onde o conhecimento construído ativamente promoveu a transposição didática do saber científico para a educação básica. Assim, a sequência didática investigativa gerada como produto tornou-se disponibilizada como promoção ao ensino de Biologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologias ativas 1. Microbiologia 2. Fixação do nitrogênio 3.

## ABSTRACT

According to researches, public education in Brazil has been widely debated from the perspective of its quality offered by our schools, especially in the case of students finishing high school, with low performance in external evaluations, having difficulty following their grade as well as continuing their studies. This inference enabled the elaboration of the project that culminated in this qualitative research, applied through the analysis of the comparative development between the typical classic teaching, said traditional, based on content and supported by expositive classes in which the textbook is the basic resource of information, in contrast to the active methodology listed in the concept of problem-based learning. The research was applied in two classes of 4 year (evening shift) of Business Administration of the High-school integrated to professional education, from Deputado Arnaldo Faivro Busato State School, located in Pinhais, in the metropolitan region of Curitiba, Paraná. The objective was met with the following results: student collaboration in the development of investigative didactic sequence involving *Trifolium repens* (white clover) cultivated and the bacteria from the root nodules; from those organism was explored the learning of microbiological and Botanic concepts related to Ecology and atmospheric nitrogen fixation; through the Active Methodology were prepared slides of histological sections of nodules present in the roots of the white clover and prepared exsiccates of the plant for the deposit in the school herbarium collection. Based on the active methodology students could experience effectively in the experimentation and production of knowledge, collaboratively with the gradual appropriation and consequently the comparative evaluation confirming that the active methodology produced a better learning performance. The analyzes were established by comparing data, obtained from pre-test and post-test questionnaires, between the application of two dichotomous didactic sequences, submitted to statistical treatment by *Bernoulli*, *Student t-test* and *ANOVA*, confirmed by the mass probability that the Active Methodology class presented a bigger binomial distribution around the average grade in the post-test. In the *Student t-test*, assuming equal variances, showed p-value of 0.01 – comparing the average of the post-tests, it could be attributed that the difference existed in favor of the teaching investigative sequence produced collaboratively with students. Through *ANOVA*, the p-value obtained of 0.02, also less than 0.05 attributed in significance, when comparing the averages of the two classes in the post-test, confirmed the significance of the Active Methodology. Finally, in a simple analysis between the final averages, it was possible to obtain that the Active Methodology class presented a 14% higher performance in the grade, where the knowledge actively constructed promoted the didactic transposition of scientific knowledge into basic education. Thus, the investigative didactic sequence generated as a product became available as a promotion to the teaching of Biology.

**KEYWORDS:** Active methodologies 1. Microbiology 2. Nitrogen fixation 3.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- <i>Trifolium repens</i> NOS GRAMADOS DE PINHAIS .....	34
FIGURA 2	- <i>Trifolium repens</i> EM SUA OCORRÊNCIA NO GRAMADO .....	34
FIGURA 3	- VARIEGAÇÃO NOS FOLÍOLOS DA FOLHA COMPOSTA .....	35
FIGURA 4	- INFLORESCÊNCIA DO TIPO GLOMÉRULO .....	35
FIGURA 5	- <i>Trifolium repens</i> - MUTAÇÃO NA FOLHA TETRAFOLIOLADA	35
FIGURA 6	- INFLORESCÊNCIA, VAGENS E SEMENTES SOBRE PAPEL (mm) .....	35
FIGURA 7	- <i>Trifolium repens</i> DEISCÊNCIA DAS VAGENS SOBRE PAPEL (mm) aum. 4x .....	36
FIGURA 8	- MOSAICO DE FLOR GAMOSÉPALA E GAMOPÉTALA EXTRAÍDA DA INFLORESCÊNCIA .....	36
FIGURA 9	- VAGENS SECAS COM SEMENTES EM PROCESSO DE DEISCÊNCIA .....	37
FIGURA 10	- FERTILIZANTES USADOS NO CULTIVO .....	40
FIGURA 11	- ATIVIDADE 1 – VÍDEO CICLO DO NITROGÊNIO .....	43
FIGURA 12	- PREPARATIVOS PARA A APRESENTAÇÃO DO VÍDEO .....	43
FIGURA 13	- DESENHO EXPERIMENTAL .....	47
FIGURA 14	- APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE PARA TURMA 4TB – GCMT .....	50
FIGURA 15	- APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE PARA TURMA 4TC – GEMA .....	50
FIGURA 16	- MONTAGEM EM MOSAICO DAS ETAPAS DA COLORAÇÃO DE GRAM .....	54
FIGURA 17	- SALA EQUIPADA COM DEVIDAS ADAPTAÇÕES .....	55
FIGURA 18	- CAIXA DE PRIMEIROS SOCORROS ACESSÍVEL .....	55
FIGURA 19	- USO DO MICRÓTOMO MANUAL .....	56
FIGURA 20	- SECÇÕES OBTIDAS EM SUPORTE DE ISOPOR .....	56
FIGURA 21	- ESFREGAÇO PREPARADO ENTRE LÂMINAS .....	57
FIGURA 22	- REALIZAÇÃO DA COLORAÇÃO DE GRAM .....	57
FIGURA 23	- USO DO ÓLEO PARA A OBJETIVA DE IMERSÃO .....	57
FIGURA 24	- USO CORRETO DO MICRÔMETRO E <i>CHARRIOT</i> .....	57
FIGURA 25	- OBSERVAÇÕES DE SECÇÕES AO M.O. ....	58
FIGURA 26	- SECÇÃO DE NÓDULO RADICULAR .....	58



FIGURA 27	- AUTOAVALIAÇÃO GRUPO CONTROLE - 4TB .....	62
FIGURA 28	- AUTOAVALIAÇÃO GRUPO EXPERIMENTAL - 4TC .....	62
FIGURA 29	- APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE PARA TURMA 4TB – GCMT .....	62
FIGURA 30	- APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE PARA TURMA 4TC – GEMA .....	62
FIGURA 31	- OCUPAÇÃO DURANTE CURSO TÉCNICO - 4TB .....	64
FIGURA 32	- PRETENSÃO APÓS O CURSO TÉCNICO - 4TB .....	64
FIGURA 33	- DISTÂNCIA MORADIA/ESCOLA - 4TB .....	65
FIGURA 34	- DESLOCAMENTO MORADIA/ESCOLA - 4TB .....	65
FIGURA 35	- PERMANÊNCIA VIDA ESCOLAR - 4TB .....	66
FIGURA 36	- ESTILO DE ENSINO DE BIOLOGIA - 4TB .....	67
FIGURA 37	- DESATIVAÇÃO DO LABORATÓRIO - 4TB .....	68
FIGURA 38	- METODOLOGIA X APRENDIZAGEM - 4TB .....	68
FIGURA 39	- CONFIANÇA NAS INFORMAÇÕES - 4TB .....	69
FIGURA 40	- AUTONOMIA ACADÊMICA NAS AULAS - 4TB .....	70
FIGURA 41	- DEDICAÇÃO ACADÊMICA NO ESTUDO - 4TB .....	70
FIGURA 42	- RECURSOS PESQUISA ACADÊMICA - 4TB .....	71
FIGURA 43	- OCUPAÇÃO DURANTE CURSO TÉCNICO - 4TC .....	72
FIGURA 44	- PRETENSÃO APÓS O CURSO TÉCNICO - 4TC .....	72
FIGURA 45	- DISTÂNCIA MORADIA/ESCOLA - 4TC .....	73
FIGURA 46	- DESLOCAMENTO MORADIA/ESCOLA - 4TC .....	73
FIGURA 47	- PERMANÊNCIA VIDA ESCOLAR - 4TC .....	74
FIGURA 48	- ESTILO DE ENSINO DE BIOLOGIA - 4TC .....	75
FIGURA 49	- DESATIVAÇÃO DO LABORATÓRIO - 4TC .....	75
FIGURA 50	- METODOLOGIA X APRENDIZAGEM - 4TC .....	76
FIGURA 51	- CONFIANÇA NAS INFORMAÇÕES - 4TC .....	76
FIGURA 52	- AUTONOMIA ACADÊMICA NAS AULAS - 4TC .....	77
FIGURA 53	- DEDICAÇÃO ACADÊMICA NO ESTUDO - 4TC .....	78
FIGURA 54	- RECURSOS PESQUISA ACADÊMICA - 4TC .....	78
FIGURA 55	- PARTICIPAÇÃO ACADÊMICA GERAL (SEXO) .....	79
FIGURA 56	- MÉDIA DE IDADE DOS ESTUDANTES .....	80
FIGURA 57	- RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PRÉ-TESTE – TURMA 4TB .....	84

FIGURA 58	- RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PÓS-TESTE – TURMA 4TB .....	84
FIGURA 59	- RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PRÉ-TESTE – TURMA 4TC .....	85
FIGURA 60	- RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PÓS-TESTE – TURMA 4TC .....	85
FIGURA 61	- AMOSTRAS CULTIVADAS NA HORTA: <i>Trifolium repens</i> .....	88
FIGURA 62	- OBSERVAÇÕES PARA OS REGISTROS COMPARATIVOS .....	88
FIGURA 63	- PESQUISA ORIENTADA EQUIPE X .....	91
FIGURA 64	- PESQUISA ORIENTADA EQUIPE Y .....	91
FIGURA 65	- PESQUISA ORIENTADA EQUIPE W .....	92
FIGURA 66	- PESQUISA ORIENTADA EQUIPE Z .....	92
FIGURA 67	- SALA CONVENCIONAL ADAPTADA ÀS PRÁTICAS .....	94
FIGURA 68	- CAIXA DE PRIMEIROS SOCORROS ACESSÍVEL .....	94
FIGURA 69	- ESTRATÉGIAS NO PROTAGONISMO .....	95
FIGURA 70	- O PAPEL MILIMETRADO NA MENSURAÇÃO DE DADOS .....	95
FIGURA 71	- PREPARAÇÃO BOTÂNICA DAS EXSICATAS .....	95
FIGURA 72	- COLETA DE DADOS A PARTIR DAS EXSICATAS .....	95
FIGURA 73	- OBSERVAÇÃO DOS NÓDULOS RADICULARES .....	96
FIGURA 74	- LUPA ESTEREOSCÓPICA AMPLIAÇÃO 20X .....	96
FIGURA 75	- DESENVOLVIMENTO COMPARATIVO NO CULTIVO DE <i>Trifolium repens</i> .....	98
FIGURA 76	- MOSAICO DE EXSICATAS PARA COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3 .....	100
FIGURA 77	- EXSICATAS DE FOLHAS PARA COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3 .....	101
FIGURA 78	- COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3 .....	102
FIGURA 79	- MOSAICO DE COMPARAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR - CULTIVO VASOS 1, 2 E 3 .....	103
FIGURA 80	- COMPARAÇÃO FOLIAR-RADICULAR DOS VASOS 1, 2 E 3 ...	103
FIGURA 81	- MOSAICO DE COMPARAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR – CULTIVO NOS VASOS 2 E 3 .....	104

FIGURA 82	- MOSAICO DOS NÓDULOS ROSADOS EM VASO 2 E BRANCO EM VASO 3 .....	105
FIGURA 83	- PELO RADICULAR EM PROCESSO DE HIPERTROFIA PARENQUIMÁTICA .....	106
FIGURA 84	- PELO RADICULAR EM PROCESSO DE INFECÇÃO INICIAL ...	107
FIGURA 85	- NÓDULO RADICULAR DETERMINADO COM REGIÃO MEDULAR ROSA .....	107
FIGURA 86	- NÓDULO RADICULAR INDETERMINADO EM SECÇÃO LONGITUDINAL .....	108
FIGURA 87	- NÓDULO RADICULAR INDETERMINADO EM SECÇÃO TRANSVERSAL .....	109
FIGURA 88	- NÓDULO RADICULAR EM SECÇÃO TRANSVERSAL .....	109
FIGURA 89	- CÉLULAS DA MEDULA NODULAR EM IMAGEM DIGITALIZADA .....	110
FIGURA 90	- ESFREGAÇO DE NÓDULOS COM A COLORAÇÃO DE GRAM	111
FIGURA 91	- ESFREGAÇO DE NÓDULOS DE BACIOS GRAM-NEGATIVOS (EM VERMELHO) .....	112
FIGURA 92	- FOTOMICROGRAFIA DE BACIOS GRAM-NEGATIVOS (VIA <i>SMARTPHONE</i> ) .....	112
FIGURA 93	- AUTOAVALIAÇÃO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO NAS ATIVIDADES – TURMA 4TB .....	120
FIGURA 94	- AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES – TURMA 4TB .....	121
FIGURA 95	- AUTOAVALIAÇÃO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO NAS ATIVIDADES – TURMA 4TC .....	124
FIGURA 96	- AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES – TURMA 4TC .....	127
FIGURA 97	- DESEMPENHO NOS TESTES APLICADOS .....	128
FIGURA 98	- DESEMPENHO EM PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE APLICADOS NOS GRUPOS .....	129
FIGURA 99	- RESULTADO PERCENTUAL DE ACERTOS DE QUESTÕES NO PRÉ-TESTE .....	130

FIGURA 100	- RESULTADO PERCENTUAL DE ACERTOS DE QUESTÕES NO PÓS-TESTE .....	131
FIGURA 101	- PROBABILIDADES BINOMIAIS PARA TESTE COM 20 QUESTÕES .....	137
FIGURA 102	- DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL PARA MÉDIAS DA TURMA 4TB	138
FIGURA 103	- DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL PARA MÉDIAS DA TURMA 4TC	139



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- PERCENTUAIS MAIS RELEVANTES DOS DADOS SOCIO-EDUCACIONAIS .....	82
TABELA 2	- TESTE-F: DUAS AMOSTRAS PARA VARIÂNCIAS DOS PERCENTUAIS DOS DADOS SOCIOEDUCACIONAIS ANALISADOS .....	82
TABELA 3	- TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS PRESUMINDO VARIÂNCIAS EQUIVALENTES .....	83
TABELA 4	- PERCENTUAL DE ACERTOS POR QUESTÃO DURANTE APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE .....	130
TABELA 5	- PERCENTUAL DE ACERTOS POR QUESTÃO DURANTE APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE .....	132
TABELA 6	- QUANTIDADE DE ACERTOS POR QUESTÃO EM PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE APLICADOS COM A TURMA 4TB DO CEDAFB EM PINHAIS - NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2019.....	133
TABELA 7	- QUANTIDADE DE ACERTOS POR QUESTÃO EM PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE APLICADOS COM A TURMA 4TC DO CEDAFB EM PINHAIS - NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2019.....	134
TABELA 8	- ANOVA: FATOR ÚNICO RESUMO DA METODOLOGIA DE ENSINO EM FUNÇÃO DOS ACERTOS POR QUESTÃO .....	134
TABELA 9	- ANOVA: FATOR ÚNICO PARA METODOLOGIA DE ENSINO EM FUNÇÃO DOS ACERTOS POR QUESTÃO .....	134
TABELA 10	- ANOVA: FATOR DUPLO SEM REPETIÇÃO PARA ACERTOS POR QUESTÃO .....	135
TABELA 11	- ANOVA FATOR DUPLO SEM REPETIÇÃO NA QUANTIDADE DE ACERTO/QUESTÕES .....	136
TABELA 12	- DADOS DA DISTRIBUIÇÃO DE BERNOULLI.....	136
TABELA 13	- DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL TURMA 4TB.....	137
TABELA 14	- DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL TURMA 4TC.....	138
TABELA 15	- TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS EM PAR PARA MÉDIAS 4TB .....	140
TABELA 16	- TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS EM PAR PARA MÉDIAS 4TC .....	141

TABELA 17	- COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DAS TURMAS 4TB E 4TC EM PRÉ E PÓS-TESTE .....	141
TABELA 18	- TESTE- <i>t</i> : PARA VARIÂNCIAS SUPOSTAMENTE IGUAIS EM PÓS-TESTE .....	142
TABELA 19	- ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – RESUMO TURMA 4TB....	143
TABELA 20	- ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DA TURMA 4TB NO PRÉ E PÓS-TESTE .....	143
TABELA 21	- ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – RESUMO TURMA 4TC....	144
TABELA 22	- ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DA TURMA 4TC NO PRÉ E PÓS-TESTE .....	144
TABELA 23	- ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – TURMAS 4TB E 4TC NO PÓS-TESTE	145
TABELA 24	- ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DAS TURMAS 4TB E 4TC NO PÓS-TESTE .....	145
TABELA 25	- TESTE-F: DUAS AMOSTRAS PARA VARIÂNCIAS EQUIVALENTES .....	145
TABELA 26	- TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS PRESUMINDO VARIÂNCIAS EQUIVALENTES .....	146

## **LISTA DE SIGLAS**

APAE	- Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais
CEDAFB-EFMNP	- Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato – Ensino Fundamental, Médio, Normal e Profissionalizante
CEP/SD	- Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR
CTPS	- Carteira de Trabalho e Previdência Social
FBN	- Fixação Biológica de Nitrogênio
GCMT	- Grupo Controle – Metodologia Tradicional
GEMA	- Grupo Experimental – Metodologia Ativa
NPK	- Nitrogênio Fósforo Potássio (formulação de soluções)
SERE	- Sistema Estadual de Registro Escolar/PR
SD	- Sequência Didática
TALE	- Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
4TB	- 4º Ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Turma B
4TC	- 4º Ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Turma C

## **LISTA DE ABREVIATURA**

aum.	- aumento
------	-----------

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	24
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
3.1	O ENSINO MÉDIO EM FOCO SOB BREVES CONSIDERAÇÕES .....	25
3.2	A MICROBIOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO .....	26
3.3	METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM .....	28
3.4	CARACTERIZANDO OS RECURSOS EXPLORATÓRIOS .....	30
3.5	CASUÍSTICA .....	32
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
4.1	MATERIAL BIOLÓGICO PARA ESTUDO .....	34
4.1.1	Procedimentos de cultivo de <i>Trifolium repens</i> .....	37
4.1.2	Origem do material biológico para exploração no estudo .....	38
4.1.3	Coleta e tratamento das mudas .....	38
4.2	METODOLOGIA ATIVA E UNIVERSO AMOSTRAL .....	41
4.3	NÚMERO DE AULAS DESTINADAS AO TEMA .....	42
4.4	“ROTEIRO PRÉVIO”.....	43
4.5	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	44
4.5.1	Tratamento estatístico dos dados coletados .....	45
4.6	DESENHO EXPERIMENTAL .....	46
4.7	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM .....	51
4.7.1	Atividade 1: Aula de vídeo .....	51
4.7.2	Atividade 2: Situação-problema e a elaboração de hipóteses .....	51
4.7.3	Atividade 3: Pesquisa orientada sobre a FBN .....	52
4.7.4	Atividade 4: Análise do desenvolvimento do <i>Trifolium repens</i> .....	52
4.7.5	Atividade 5: Produção de lâminas de nódulos radiculares .....	53
4.7.5.1	Técnica de preparação de lâminas de microscopia para observação de rizóbios .....	53
4.7.5.2	A técnica de coloração de Gram .....	53
4.7.5.3	O desenvolvimento dos procedimentos .....	54



4.7.6	Atividade 6: Considerações finais, revelação do tratamento e autoavaliação da SD .....	59
4.8	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TRADICIONAL DE ENSINO .....	60
4.8.1	Atividade 1: Aula de vídeo .....	60
4.8.2	Atividade 2: Aula expositiva clássica .....	60
4.8.3	Atividade 3: Aula expositiva clássica .....	60
4.8.4	Atividade 4: Aula expositiva clássica .....	61
4.8.5	Atividade 5: Aula expositiva clássica .....	61
4.8.6	Atividade 6: Considerações finais e autoavaliação da SD .....	61
4.9	FINALIZAÇÃO DAS APLICAÇÕES.....	61
4.9.1	Autoavaliação das Sequências Didáticas .....	61
4.9.2	Aplicação do pós-teste .....	62
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
5.1	PERFIL SÓCIO EDUCACIONAL DOS PARTICIPANTES .....	63
5.1.1	Perfil dos estudantes da Turma 4TB .....	63
5.1.2	Perfil dos estudantes da Turma 4TC .....	71
5.1.3	Considerações sobre o perfil sócio educacional dos participantes .....	79
5.2	EDITAIS DE DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES .....	83
5.3	ATIVIDADES PRÉ PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES .....	86
5.3.1	A aula de vídeo como estratégia incentivadora ao diálogo .....	86
5.3.2	Entre a situação-problema e a elaboração de hipóteses .....	87
5.3.3	A pesquisa orientada sobre a FBN como fundamentação teórica .....	90
5.3.4	Sobre o desenvolvimento do <i>Trifolium repens</i> cultivado para o estudo .....	93
5.4	RESULTADOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA PERCEPÇÃO ACADÊMICA .....	97
5.4.1	Resultados da coleta de dados .....	97
5.4.1.1	Comparativo do desenvolvimento das amostras cultivadas .....	97
5.4.1.2	As exsiccatas como fundamentação comprobatória .....	98
5.4.1.3	Comparativo da morfologia da folha do <i>Trifolium repens</i> .....	101
5.4.1.4	Identificação e observação de nódulos radiculares .....	103
5.4.1.5	Produção de lâminas com nódulos radiculares de <i>Trifolium repens</i> .....	105
5.4.1.6	Confirmação das hipóteses elaboradas na sequência didática investigativa ....	113

5.5	AUTOAVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS .....	118
5.5.1	Autoavaliação do interesse e motivação nas atividades turma 4TB .....	118
5.5.2	Autoavaliação da aprendizagem nas atividades turma 4TB .....	120
5.5.3	Autoavaliação do interesse e motivação nas atividades turma 4TC .....	122
5.5.4	Autoavaliação da aprendizagem nas atividades turma 4TC .....	124
5.6	ANÁLISE PRÉ-TESTE X PÓS-TESTE .....	127
5.6.1	As questões: maiores facilidades X maiores dificuldades .....	132
5.6.2	Análise da distribuição binomial de Bernoulli .....	136
5.6.3	Teste- <i>t</i> : duas amostras em par para médias – 4TB .....	139
5.6.4	Teste- <i>t</i> : duas amostras em par para médias – 4TC .....	140
5.6.5	Teste- <i>t</i> : para variâncias supostamente iguais – 4TB e 4TC .....	141
5.6.6	ANOVA análise pré-teste x pós-teste para turma 4TB e 4TC .....	143
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	147
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	148
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	150
	<b>APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE</b> .....	157
	<b>APÊNDICE 2 – PÓS-TESTE</b> .....	168
	<b>APÊNDICE 3 – AUTOAVALIAÇÃO Grupo Controle Turma 4TB</b> .....	177
	<b>APÊNDICE 4 – AUTOAVALIAÇÃO Grupo Experimental Turma 4TC</b> .....	179
	<b>APÊNDICE 5 – PRODUTO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)</b> .....	181
	<b>APÊNDICE 6 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)</b> .....	220
	<b>APÊNDICE 7 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL (TCLE)</b> .....	223
	<b>APÊNDICE 8 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ESTUDANTE MAIOR DE 18 ANOS (TCLE)</b> .....	226
	<b>APÊNDICE 9 – PRANCHAS DE EXSICATAS</b> .....	230
	<b>ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	237

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo da biologia de microrganismos no Ensino Médio, previsto em Paraná (2008), carece, e muito, de atividades que permitam o protagonismo estudantil a partir de vivências e experimentações que oportunizem uma aprendizagem significativa e prazerosa. Aliar a prática à teoria é uma estratégia que permite isso tudo e privilegia a motivação no processo de construção colaborativa desse conhecimento.

Estabelecer um estudo comparativo entre o método tradicional e a metodologia ativa de aprendizagem tende a permitir uma avaliação pertinente para apontamentos quanto à qualidade melhorada das aulas de Biologia oferecidas aos estudantes do ensino médio, seja ele integrado ou não, à educação profissional.

Na metodologia ativa sugerida, os estudantes partem dos conhecimentos prévios para que a mecanização do aprendizado não seja o imperativo das circunstâncias. Como sugere Ausubel (1982), pois o aprendizado significativo se estabelece a partir do envolvimento cognitivo entre a bagagem cultural prévia e a realidade confrontada para a tomada de novas decisões. Também como acrescenta Welker (2007), é fundamental que o ensino de Biologia não se restrinja apenas a aulas expositivas ou ao simples estudo do livro didático, sem perceber que a “Vida” está ao redor, disponível para ser observada, analisada e estudada de forma prática (afinal, o que é Biologia se não o estudo da Vida?).

Segundo o autor desta pesquisa relacionada aos nódulos radiculares, fazer ciência implica numa demanda programada em cronograma estabelecido. Tudo parte de planejamento na vida do ser humano, desde o momento em que se prepara para o repouso e o descanso, até que um novo dia se inicie, é de fundamental relevância uma projeção com vistas a organizar os momentos que virão. Trata-se de uma condição cotidiana notória e no universo do ensino voltado para atividades de iniciação científica não seria diferente.

A aplicação científica busca entre seus caminhos, as respostas para inúmeras situações provocativas que surgem em nosso cotidiano, nos mais variados contextos da pesquisa exploratória, sendo que as análises decorrem, basicamente, de resultados esperados em contraponto aos resultados observados, uma vez que nenhum resultado é obtido da noite para o dia. Na maioria dos processos, o tempo envolvido exige o cumprimento de etapas previstas em cronogramas definidos pelas necessidades temporais.

Neste estudo, elaborou-se uma Sequência Didática (SD), dentro da proposta de metodologia ativa de aprendizagem, com o protagonismo de uma das turmas do 4º ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional do período noturno no Colégio Estadual

Deputado Arnaldo Faivro Busato – Ensino Fundamental, Médio, Normal e Profissionalizante (CEDAFB – EFMNP), em Pinhais, município da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil.

Para tanto, a partir do presente estudo desenvolveu-se um produto na forma de SD, explorando-se a metodologia ativa de aprendizagem, em que o protagonismo acadêmico participou de forma colaborativa dessa construção. Assim, atingiu-se a iniciação científica pela produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens*, uma planta leguminosa que desenvolve mutualismo com bactérias do solo, genericamente denominados rizóbios com os quais se desenvolveu a investigação do processo de fixação do nitrogênio atmosférico.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver uma Sequência Didática (SD) investigativa com a colaboração de estudantes do Ensino Médio envolvendo o cultivo de *Trifolium repens* (trevo branco) para exploração da aprendizagem de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através de metodologia ativa, comparando-se resultados de avaliação com a metodologia tradicional.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Montar uma sequência de atividades que oportunizem a vivência das rotinas do universo da ciência dentro de uma proposta de aprendizagem investigativa;
- Comparar as metodologias ativa e tradicional por meio de Sequências Didáticas estabelecendo a significância de aprendizagens.
- Associar o conteúdo programático da disciplina de Biologia à experimentação investigativa pelo desenvolvimento de práticas em botânica, microscopia e microbiologia;
- Propor um estudo para uma aprendizagem significativa na qual o estudante seja ativamente provocado a buscar suas respostas para o processo de simbiose entre a planta adotada para o estudo e as bactérias nodulares de suas raízes;
- Compreender a importância da simbiose entre os agentes envolvidos no processo de fixação de nitrogênio atmosférico através de metodologia ativa;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O ENSINO MÉDIO EM FOCO SOB BREVES CONSIDERAÇÕES

A educação básica, notoriamente no Ensino Médio, vem sendo amplamente discutida pela sociedade brasileira, nos mais variados meios, quanto à qualidade de ensino destinada nas nossas escolas. Neste cenário existem vários fatores positivos e outros negativos equalizando a condição do serviço ofertado. Segundo Silva (2012):

Os números recentes da Educação brasileira revelam desempenhos ruins dos estudantes brasileiros nos níveis de Educação Elementar e Básica, que constituem o “alicerce” da Educação Superior. Especificamente, as redes estaduais e municipais de ensino médio no Brasil têm apresentado baixos índices de qualidade de ensino, detectados em sistemas de avaliações nacionais e internacionais. Alunos do 3º ano do ensino médio demonstram ter conhecimentos compatíveis aos alunos do 9º ano do ensino fundamental. Essa baixa qualidade tem sido a causa de problemas graves, como a formação de profissionais menos capacitados para mercado de trabalho, além das dificuldades encontradas pelos alunos oriundos de instituições públicas no prosseguimento de seus estudos.

Essa alegação do autor depõe seriamente contra o sistema implantado no ensino da rede pública de educação brasileira e muito, possivelmente não deva ser uma realidade absoluta, contudo escancara que os investimentos educacionais demandam de ações mais eficientes que possam reverter o quadro, pois o futuro de um país apresenta relação direta com sua capacidade de produção intelectual, principalmente em pesquisa aplicada.

Seguindo a exposição de Silva (2012), o efeito dominó tem como reflexo, o ponto crítico, atingindo a academia pois a falta de uma educação básica construída com solidez, isto é, com um ensino de qualidade, compromete a continuidade do estudo dos jovens que se lançam ao mercado de trabalho despreparados.

Oferecer um ensino investigativo, através de metodologias que busquem protagonizar no jovem o foco do ensino, torna-se uma realidade para uma prática mais significativa e prazerosa, tanto para o estudante quanto para o docente, na orientação deste desenvolvimento pedagógico, alinhando-se com a demanda da conjuntura educacional brasileira.

As preocupações sobre os direcionamentos quanto à qualidade da educação básica brasileira se estendem para diversos olhares, desde a base, do chão da escola até o espaço magno do Congresso Nacional. Porém, toda e qualquer mudança educacional tende, de fato, a iniciar na escola, a partir de ações que oportunizem esse tão esperado processo de reversibilidade de condição insatisfatória.

Sabe-se que o investimento destinado para a manutenção dos serviços e recursos não ocorre em suficiência de atendimento das demandas como apontam Moura e Lima Filho (2017), em suas análises sobre a Lei nº 13.415/2017 e suas implicações no que concerne o discurso defendido pelo Governo para uma “reforma do ensino médio” urgente, por medida provisória:

“... a reforma preconiza ações centradas na proposta de reestruturação curricular como solução para a chamada ‘crise do ensino médio’. Ao centrar o foco na organização curricular, negligencia a questão central, que afeta a educação básica (EB) pública do País. A falta de infraestrutura que garanta o funcionamento qualificado das escolas públicas, destacando-se: ausência de instalações físicas adequadas, bibliotecas, laboratórios, espaços para a prática esportiva e de atividades artístico-culturais; inexistência de quadro de professores e demais trabalhadores da educação contratados por concurso público; planos de carreiras e de formação, salários dignos e condições de trabalho adequadas.”

Moura e Lima Filho (2017) descrevem o quadro da realidade acerca de uma reforma de ensino que busca mudanças para uma obtenção de qualidade educacional, mas sem considerar aspectos intrínsecos da problemática, alegando que a reforma desconsidera em sua discussão os aspectos estruturais deficitários entre outros fatores pertinentes ao bom funcionamento escolar, imprescindíveis à oferta de uma educação pública de excelência.

Neste sentido, em que muitas das problemáticas que interferem no condicionamento para a promoção de uma mudança que contemple as reais necessidades não são realizadas por diferentes circunstâncias, surgem outros aspectos positivos que buscam superar os apontamentos depoentes negativamente para a situação do ensino em pauta. Deste modo, conceber propostas voltadas para metodologias ativas, tende a promover a participação mais diretiva, viabilizando o envolvimento do estudante como coprodutor de seu conhecimento, inserido no contexto da discussão científica e permitindo o protagonismo dentro de um processo interativo. Dentro desta lógica, Araújo e Sastre (2009), consideram que o desafio do profissional de educação do futuro, ora presente, relaciona-se com o fato da necessidade de promover, entre outros aspectos, a mudança de estratégias educacionais como a realização de metodologias ativas.

### 3.2 A MICROBIOLOGIA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO

São vários os apontamentos que dificultam ou inviabilizam as práticas de microbiologia nas escolas do Brasil. Conforme as condições anteriormente descritas introdutoriamente, na sua expressão mais simplista de como o ensino médio está sendo direcionado, com toda a sua problemática que afeta a qualidade do serviço oferecido, ainda é



possível realizar um levantamento de boas ações antagônicas que equalizam positivamente esta situação nas nossas escolas.

A falta de recursos financeiros adequados e suficientes, destinados para o bom emprego em manutenção e reformas de instalações, aquisição de equipamentos e materiais, dificulta as ações. Uma remuneração condizente para os profissionais da educação, bem como a oferta e estímulos permanentes para a formação continuada com capacitação de qualidade seriam situações atenuadoras, mas a realidade no Paraná segue uma prática governamental, a partir de 2012, em sentido contrário, pois todas as licenças para os profissionais cursarem programas de pós-graduação *Stricto Sensu* – Afastamento, dependem do lançamento de editais próprios, até a presente data sem concessão. Ainda assim, não há como negar que o convencimento pessoal dos profissionais que atuam de forma diferenciada no ensino médio, tende a promover as melhorias através de pequenas ações, mas de forma mais isolada, contracenando com o universo do ensino tradicional corriqueiramente estabelecido nas escolas.

Limberg et al. (2009), consideram que a Microbiologia, embora seja relativamente complexa, tratando de organismos invisíveis a olho nu, submetida à falta de materiais e equipamentos, costuma ser trabalhada pelas instituições de ensino público de forma teórica e com pouca destinação a modalidade de aulas práticas de Ciências e Biologia. A inviabilidade de realização, tem no seu efeito negativo, a dificuldade tanto de aprendizagem quanto de sua aplicação. O ensino, para que seja estimulante para o jovem na educação básica, deve oportunizar momentos em que a experimentação possa se fazer presente, oferecendo um propósito que instigue a participação e o envolvimento no contexto de aprendizagem.

A microbiologia caracteriza-se por uma área do conhecimento que permitiu, na construção da história da ciência, inúmeras contribuições biológicas, desde as descobertas que promoveram as mais variadas pesquisas aplicadas à saúde, a produção de alimentos e, mais recentemente, com a bioengenharia. Tornou-se uma área de relevância para desenvolvimento de pesquisas relacionadas a diferentes temáticas, mas na escola, no ensino básico, ainda é pouco explorada em atividades experimentais. Os aspectos vinculam-se substancialmente a dois fatores básicos determinantes: a falta de aparelhamento, condicionada por inexistência de espaços físicos adequados e equipados; e o desânimo docente, qualificado pela falta de estímulos, condicionados pela falta de recursos, desvalorização profissional e até mesmo pelas necessidades de aperfeiçoamento.

Esta situação é notória em nossas escolas da rede pública de ensino. Ademais, a forma como os conteúdos programáticos são desenvolvidos favorecem o ensino tradicional. Farias e Bandeira (2009), em seu artigo sobre analogias no ensino de Ciências e Biologia, consideram

o ensino oferecido na escola pública bastante tradicional, baseado na transmissão-recepção de informações, onde a memorização continua sendo muito enfatizada.

A autora Limberg et al. (2009), destaca ainda que o ensino de ciências se caracteriza por um elenco de conteúdos a serem trabalhados durante o período em que se desenvolve a disciplina e acrescentam:

“Esta estrutura determina uma abordagem específica que torna o conhecimento, na sua maior parte desprovido de sentido, pois caracteriza-se como mera transmissão de conteúdos fragmentados, estanques, tratados apenas como fatos, leis, conceitos, teorias, experiências, sem haver relação com vivências do cotidiano, repassados por aulas expositivas e exercícios que privilegiam as respostas em nível de informação e que destacam o uso da memorização.”

Portanto, para contrapor a esta realidade, o desenvolvimento de propostas pedagógicas aplicadas às metodologias que favoreçam um aprendizado mais participativo tende a contribuir para o estabelecimento de um ensino com uma aprendizagem significativa. Nesta perspectiva, o estudante é atraído para um envolvimento mais efetivo que possa contemplar a experimentação científica dentro de uma pequena possibilidade no universo da microbiologia.

Dentro da autonomia profissional, o estabelecimento de modalidades que demandem baixo custo operacional, caracteriza uma decisão divergente das condições encontradas na realidade educacional e que podem permitir a superação das adversidades impeditivas da execução de boas práticas educacionais.

### 3.3 METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM

Para Berbel (2011) as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os estudantes se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas tradicionais ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos estudantes, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras.

Promover o protagonismo estudantil é uma ação amparada na aplicação de metodologias ativas de aprendizagens. Isso oportuniza a centralização dos estudantes no diálogo reflexivo, com mediação de conhecimentos, sob responsabilidade de participação na construção de perspectivas desenvolvidas a partir do estímulo ao trabalho em equipe (MELO; SANTANA, 2012).

Para Borges e Alencar (2014), ações pedagógicas planejadas no construtivismo, focado na coletividade, têm nas metodologias ativas uma relevante ferramenta como recurso para o desenvolvimento da formação crítico-reflexiva de estudantes protagonistas em seu processo de construção do conhecimento.

A aprendizagem ativa pode ser desenvolvida em qualquer lugar, a partir de qualquer conteúdo, mas com a característica de não se perder o foco na pessoa do estudante, devendo o professor orientar e acompanhar o desenvolvimento do aprendiz. Pois como asseguram também, Barbosa e Moura (2013), são nos ambientes de aprendizagem ativas que os professores atuam como orientadores, supervisionando e facilitando o processo. Da mesma forma que o ensino apresenta muitas estratégias de aprendizagens e o ensino pautado no protagonismo acadêmico, enquanto mecanismo oportuno à criação é um excelente exemplo, a pessoa com suas múltiplas capacidades de desenvolvimento se complementa neste encontro, que pode ser compreendido como oportunidade.

Oferecer ao estudante algo diferenciado, já é por si, se não a motivação, a curiosidade e os jovens precisam ser tentados a questionar a si, aos outros e aos fenômenos à sua volta. É preciso expandir os horizontes, no entanto, é elementar que a condição esteja encerrada no professor, que também precisa estar estimulado a desenvolver outras modalidades direcionadoras para o ensino. Varela et al. (2007) são concordantes dos vários benefícios decorrentes da prática de metodologias ativas no ambiente escolar, especialmente por ser uma forma extremamente relevante para contribuir para a reversibilidade da evasão e do abandono escolar. Pois estudantes entusiasmados com sua aprendizagem, tendem a permanecerem mais participativos do seu processo, evitando seu afastamento.

Barbosa e Moura (2013), ao alegarem, propositalmente, que existe uma definição pelo tipo de metodologia a ser empregada, de acordo com o que se espera dessa aprendizagem, estabelecem a correspondência ao nível com o qual se pretende desenvolvê-la. Os autores, ao exemplificarem que o ensino profissional técnico carece de uma aprendizagem significativa e contextualizada, apontam exatamente o que o nosso ensino precisa em seu direcionamento para o sucesso do estudante, pois se deve pensar que o ser que vai poder transformar a realidade em nosso planeta, pode estar, e com certeza, está bem ali, no assento de uma carteira acadêmica.

A metodologia ativa de estudo foi conduzida pela aprendizagem baseada em problemas. Segundo Herreid (2003), este método teve sua origem na Escola de Medicina de McMaster em Hamilton, Ontario, há aproximadamente 30 anos. Consiste na apresentação de uma situação problemática aos estudantes que são instigados a elaborar suas hipóteses e

desenvolverem uma metodologia de trabalho, pondo em teste para que os resultados obtidos possam fornecer subsídios para confirmar ou descartar a validação das hipóteses elaboradas.

### 3.4 CARACTERIZANDO OS RECURSOS EXPLORATÓRIOS

Estrategicamente definiu-se pela escolha de organismos de ocorrência natural e cosmopolita, por ser um facilitador para a realização da proposta deste estudo e por caracterizar a possibilidade de reedição ou reprodução total ou adaptada para qualquer região em que ocorram os recursos. A espécie definida tratou-se da *Trifolium repens*, uma forrageira, vulgarmente conhecida como trevo branco.

Segundo Moraes et al. (1989), as espécies do gênero *Trifolium*, que constituem os trevos verdadeiros, produzem forragens no período em que os pastos naturais estão com o seu desenvolvimento estacionado no estado do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma leguminosa forrageira entre espécies que são cultivadas nos campos de pastagem no estado do Rio Grande do Sul e aqui em Pinhais, região metropolitana de Curitiba, natural nos gramados das praças.

A planta ocorre naturalmente entre as gramíneas que compõem o paisagismo, sem relevância, crescendo nativamente entre espaços na forma competitiva, mas sem produzir efeitos daninhos.

Ainda, segundo Moraes et al. (1989), este gênero de planta contribui decisivamente para a melhoria da fertilidade dos campos, uma vez que fixa grande quantidade de Nitrogênio através de seus nódulos radiculares.

A condição facilitada da existência cosmopolita desta espécie vegetal é destacada por Bortolini (2004) em suas considerações, em que o trevo-branco (*Trifolium repens*) é uma das leguminosas forrageiras mais importantes, e amplamente distribuídas no mundo, sendo originária da região do Mediterrâneo.

Segundo Zohary e Heller (1984, p. 606), “o trevo-branco possui uma ampla variação de adaptação climática, alta qualidade nutricional e elevada capacidade de fixar nitrogênio atmosférico”.

Sears et al. (1965, p. 270, tradução nossa) argumentam que: “O uso combinado de capim, trevo branco, fertilizantes e o retorno de aparas produziram alta produção normal dentro de três anos e meio após a semeadura”. Ainda consideram que: “O trevo branco, cultivado sozinho ou com capim, fixou 600 libras/acre/ano de nitrogênio, desde que a forragem fosse cortada e removida”. Esses valores convertidos de libras/acre seriam aproximados em 672 kg/hectare/ano.

Para Ledgard, Brier e Upsdel (1990, p. 243, tradução nossa), a “Pastagem Huia (variedade comercial) tem sido o trevo branco (*Trifolium repens* L.), o cultivar tradicional utilizado em todas as pastagens por toda a Nova Zelândia desde 1953.”

Em seus estudos, os autores levantaram os efeitos do cultivo do trevo na fixação biológica do nitrogênio (FBN) em solo de pastagem para gado leiteiro, cujos valores de fixação e de absorção de nitrogênio no solo elevaram de 82 kg/ha no primeiro ano para 224 kg/ha no segundo ano de cultivo.

Esse destaque extensivo de seu emprego na atividade, combinada ao pastoreio, evidencia a importância da planta para a relação do nitrogênio com a fertilidade e produtividade, demonstrando que o homem se beneficia há décadas dessa informação.

Nesse sentido, pesquisadores constataam que:

“As relações de nitrogênio são discutidas em nove locais de teste de pastejo em toda a Nova Zelândia. O crescimento medido do trevo e a fixação de nitrogênio não estavam necessariamente relacionados intimamente, dando uma variação sazonal e anual substancial na fixação de nitrogênio ou pela absorção direta de nitrogênio do solo. A fixação anual de nitrogênio em pastagens de várzea desenvolvida foi cerca de 184 kg de nitrogênio / ha – menos da metade do valor anteriormente pensado para ocorrência (HOGLUND *et al.*, 1979 p. 45, tradução nossa).”

Conforme as conclusões de Assmann et al. (2007, p. 1442), plantas de trevo pastejadas podem contribuir com o fornecimento de nitrogênio resultante da fixação biológica em sistemas de lavoura-pecuária (mínimo 90 kg/hectare).

Na ecologia dos microrganismos do solo é descrita a relação simbiótica entre as bactérias genéricas de rizóbios e plantas da família das leguminosas. Entre estes organismos é estabelecido um tipo de mutualismo, como descrevem Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), em que certas bactérias vivem nas raízes de leguminosas e fornecem-lhes nitrogênio, que será utilizado na produção de proteínas. As leguminosas fornecem nutrientes para essas bactérias e um tipo de leg-hemoglobina (LHb), com função de se combinar com parte do gás oxigênio, cujo excesso poderia destruir a enzima que fixa o nitrogênio (nitrogenase).

O Nitrogênio é um elemento químico essencial para a organização estrutural dos seres vivos, pois participa da constituição das proteínas, desde as suas unidades fundamentais pequenas e simples, os aminoácidos, e dos ácidos nucléicos. Embora a sua fonte natural disponível no ar atmosférico contabilize a monta dos 78% (informação notória do universo da ciência), ele não pode ser utilizado diretamente pela maciça representatividade de organismos. Apenas alguns poucos representantes procariontes promovem a transformação do gás nitrogênio em amônia, dentro do que se denomina a fixação do nitrogênio atmosférico.

Segundo Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), as bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem nas raízes das plantas leguminosas, podem ser encontradas no interior de nódulos desenvolvidos nesta região das plantas. Para Verma et al. (1978), os nódulos são considerados outra estrutura que se desenvolve na raiz da leguminosa. Na associação simbiótica desenvolvida por mutualismo entre as leguminosas e os rizóbios ocorre a formação de uma nova estrutura na raiz da planta, o nódulo. Nos nódulos, os rizóbios ficam agregados dentro de células da planta hospedeira, num compartimento subcelular rodeado por uma membrana, que é chamada de membrana peribacteróide (MILITÃO, 2004).

A relevância dos rizóbios está representada no fato de que uma parte do nitrogênio fixado é fornecido à leguminosa e o excesso é liberado no solo na forma de amônia. Segundo Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), essas bactérias funcionam como adubo vivo ao fornecer nitrogênio à planta, que lhes dá alimento (troca mutualística), numa associação denominada bacteriorrizo.

Assim, se pode fazer a atribuição de uma garantia de que a escolha vegetal apresenta condições de ser escalada como material biológico sem oferecimento de riscos na manipulação estudantil para a exploração no referido estudo por metodologia ativa no ensino médio.

Portanto, ao se tratar de uma espécie conhecida, de fácil identificação e de pequeno porte, facilitando o seu manejo, bem como pelo fato de apresentar certas características associativas com bactérias fixadoras de Nitrogênio atmosférico, esta variedade foi definida para compor o estudo no roteiro das aulas investigativas em elaboração da sequência didática.

### 3.5 CASUÍSTICA

Paraná (2008) estabelece que de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Biologia contribui para formação de estudantes críticos e atuantes e amplia os conhecimentos sobre o conceito da vida em toda sua complexidade de relações, muito embora nossas escolas estejam fora da correspondência real de acompanhamento em investimento em materiais e equipamentos de laboratório para satisfazer tal formação, pois o a falta de investimentos direciona ao estudo teórico e tradicional. As Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná para Biologia trazem a recomendação de que, no processo pedagógico, se adote o método experimental como recurso de ensino para obter uma visão crítica dos conhecimentos da Biologia. Esta é considerada uma abordagem que viabiliza o procedimento da investigação e pode ser responsável pelos avanços da pesquisa no campo das Ciências

Biológicas. A aula experimental deve proporcionar, então, discussões e reflexões a partir de algo que reproduz o cotidiano para aprendizagem significativa.

Silva e Bastos (2012) argumentam que, no currículo das Ciências Biológicas, o estudo da Microbiologia necessita de propostas inovadoras aos conteúdos passados em sala de aula, como meio alternativo ao padrão expositivo que se é observado em muitas escolas.

Kimura et al. (2013) introduziram a Microbiologia no ensino básico e profissionalizante utilizando algumas estratégias de ensino, como as atividades práticas, que facilitam e estimulam a aprendizagem dos alunos, pois aproximam diversos temas da microbiologia com o seu cotidiano. Os resultados obtidos por meio da análise de questionários evidenciaram uma melhora no desempenho dos alunos, demonstrando que as atividades desenvolvidas enriqueceram seu conhecimento em relação à microbiologia, proporcionando a eles maior contextualização dos microrganismos com outras áreas do conhecimento e sua importância na natureza, bem como um aprofundamento na análise de suas características biológicas.

Merazzi e Oaigen (2008) descrevem que, para se obter uma aprendizagem efetiva, é importante que as atividades práticas e experimentais estejam voltadas para o cotidiano do aluno, abrangendo situações por ele vivenciadas. Esta estratégia é capaz de motivar o educando a querer aprender, percebendo a importância do aprendizado e a sua utilidade no contexto ao qual se encontra inserido, confirmando de forma antecipada os resultados obtidos (KIMURA et al., 2013).

A partir do desenvolvimento de uma sequência didática, elaborada ativamente com a contribuição participativa dos estudantes do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional podem ser analisadas as metodologias de ensino aplicadas no ensino de conceitos de Ecologia, relacionados à Microbiologia. Isso pode constituir uma ferramenta educacional alternativa para a contribuição significativa para o processo de ensino-aprendizagem, dentro da concepção colaborativa e interacional da construção do conhecimento.

Neste cenário, a casuística de atividades experimentais empregadas na exploração da metodologia ativa de aprendizagem, integradora do contexto em que o estudante se insere nos ambientes formais de aprendizagem, oportuniza uma reflexiva análise comparativa ao método de ensino formal mais empregado em nossas escolas, que segue o modelo tradicional expositivo.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL BIOLÓGICO PARA ESTUDO

A variedade botânica escolhida para este trabalho foi *Trifolium repens*, facilmente encontrada entre os gramados não aparados. Sua ocorrência natural se dá de forma comum em nossa região, no município de Pinhais, e, para o paisagismo local é visto como uma espécie de “praga”, eliminada pela atividade da catação (FIGURAS 1 e 2).

FIGURA 1 - *Trifolium repens* NOS GRAMADOS DE PINHAIS



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 2 - *Trifolium repens* EM SUA OCORRÊNCIA NO GRAMADO



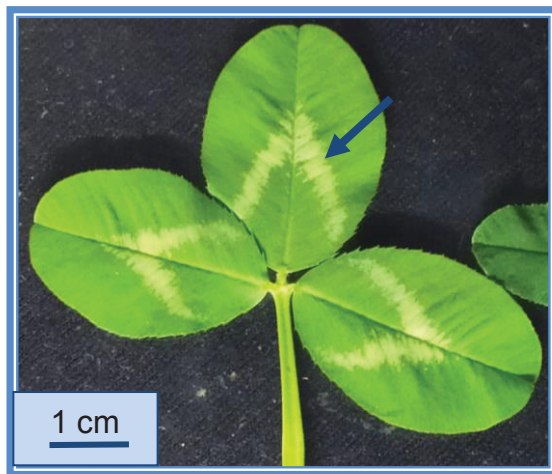
FONTE: O autor (2019).

A planta é vulgarmente conhecida como trevo branco e trata-se de uma leguminosa forrageira cosmopolita, rasteira, propagando-se rente ao solo por projeções de caules estoloníferos de onde emergem suas folhas pecioladas compostas, constituídas por três folíolos em formatos obovais e quando raramente ocorrendo quatro folíolos (FIGURA 5), que na cultura popular, esta mutação genética, é indicativa de sorte para quem a encontra. Nos folíolos do *Trifolium repens* é característica a presença de uma mancha esbranquiçada, variegada em “V”, fechando no conjunto dos folíolos um contorno central, cujos vértices apontam para o exterior dos folíolos (FIGURA 3). Apresenta inflorescência do tipo glomérulo (FIGURAS 4 e 6), cujas gamopétalas são brancas, tendendo ao rosado (FIGURA 4). A quantidade de flores existentes na inflorescência do glomérulo é bem variada, segundo Bortoline (2004), apresenta de 50 a 200 flores de coloração branca ou rosada. O ovário após a polinização entomófila, normalmente por abelhas, desenvolve uma vagem (FIGURAS 7 e 8), isto por ser uma espécie alógama em que o androceu (FIGURA 8) é inserido em posição abaixo do estigma do gineceu (FIGURA 8), o que

dificulta a autogamia na planta (BORTOLINE, 2004). O fruto em vagem, após fecundação, desenvolve-se contendo entre 3 e 6 sementes (em tamanho de 1mm X 1mm) com um formato que lembra um coração (FIGURA 9).

As imagens foram capturadas a partir do dispositivo do *smartphone Samsung Galaxy J7 PRO*, contendo tamanhos reais ou com ampliação digitalizada em 4x ou 8x.

FIGURA 3 - VARIEGAÇÃO NOS FOLIÓLOS DA FOLHA COMPOSTA



FONTE: O autor (2020).

NOTA: Seta para variação no folíolo

FIGURA 4 - INFLORESCÊNCIA DO TIPO GLOMÉRULO

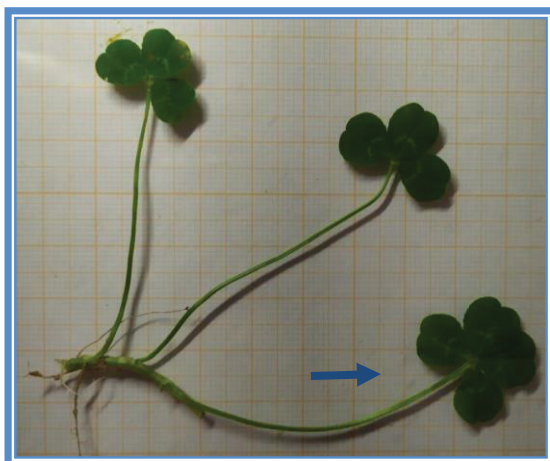


FONTE: O autor (2020).

NOTA: Inflorescência sobre papel milimetrado

O uso do papel milimetrado facilita a correlação entre o tamanho da peça biológica observada nas ilustrações.

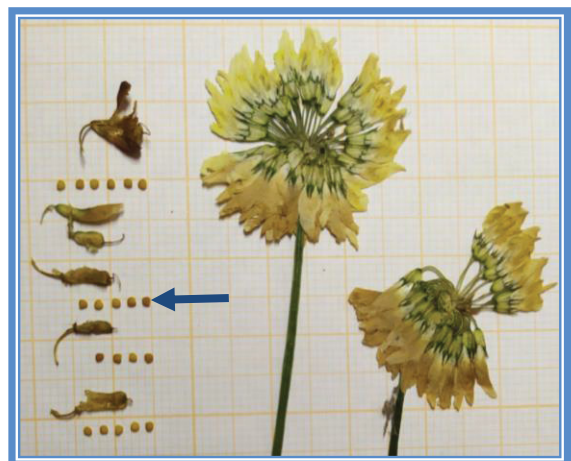
FIGURA 5 - *Trifolium repens* - MUTAÇÃO NA FOLHA TETRAFOLIOLADA



FONTE: O autor (2020).

NOTA: Seta para a folha com folíolo mutante

FIGURA 6 - INFLORESCÊNCIA, VAGENS E SEMENTES SOBRE PAPEL (mm)

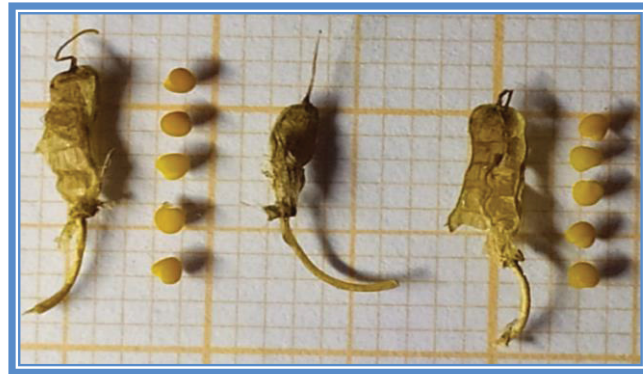


FONTE: O autor (2020).

NOTA: Seta para sementes em tamanho real

As vagens continham entre 4 e 6 sementes, apresentando a média de 5 sementes.

FIGURA 7 - *Trifolium repens* DEISCÊNCIA DAS VAGENS SOBRE PAPEL (mm) aum. 4x

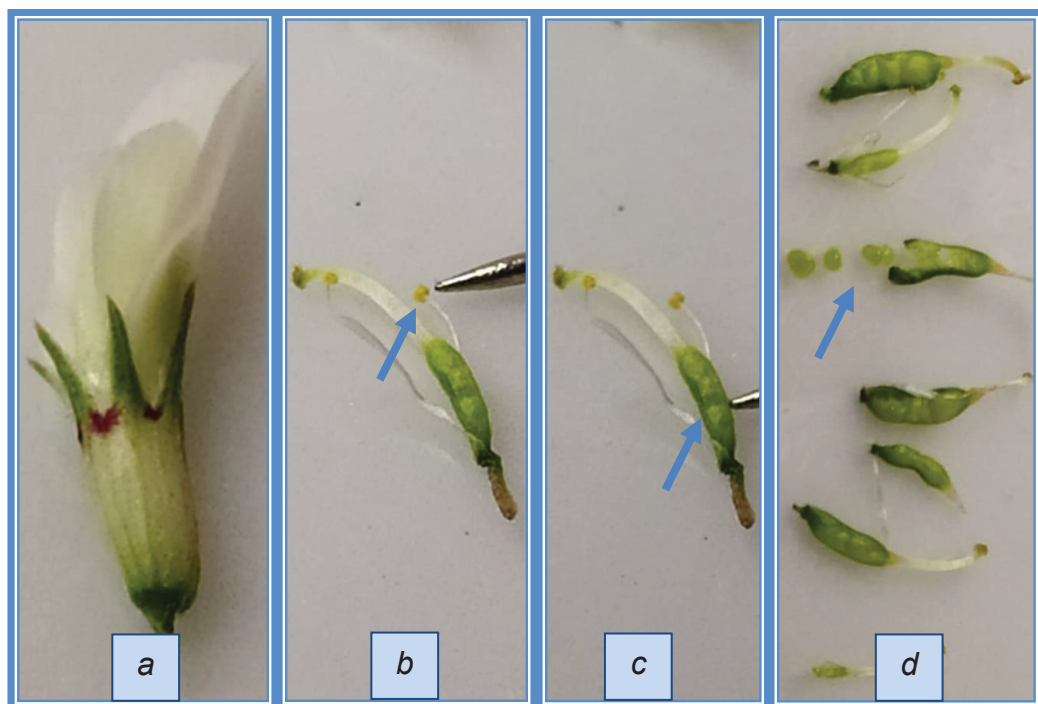


FONTE: O autor (2020).

NOTA: Cada vagem com suas sementes expostas sobre folha de papel milimetrado (mm) – aumento 4x

Flor unitária destacada da inflorescência para análise das peças florais FIGURA 8.

FIGURA 8 - MOSAICO DE FLOR GAMOSÉPALA E GAMOPÉTALA EXTRAÍDA DA INFLORESCÊNCIA.

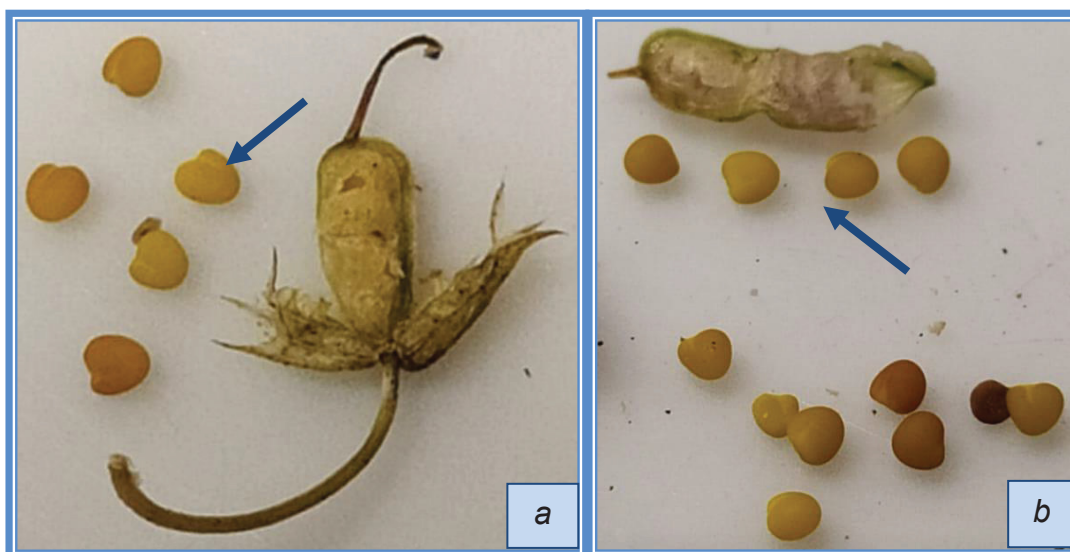


FONTE: O autor (2020).

NOTA: Em *a*, flor gamossépala e gamopétala; em *b*, destaque para o androceu abaixo do gineceu (planta alógama); em *c*, ovário do gineceu fecundado e em *d*, vagens com sementes expostas por ruptura do fruto produzida por estilete (aumento 4x).



FIGURA 9 - VAGENS SECAS COM SEMENTES EM PROCESSO DE DEISCÊNCIA



FONTE: O autor (2020).

NOTA: Em **a**, detalhe da seta para a semente em formato de coração; em **b**, na parte superior as quatro sementes geradas na vagem madura, as demais são de outros frutos (aumento 8x)

A etapa de coleta ocorreu no primeiro semestre de 2019, sem a participação dos estudantes, dentro do pátio da antiga sede da Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), já desocupada, em Pinhais, com anuência da Direção e na presença de pessoa autorizada com as chaves de acesso aos cadeados dos portões.

Uma vez identificada a planta, que compõe o material biológico para a pesquisa, entre os gramados, foram extraídas mudas, objetivando a transferência para o espaço da horta escolar. Assim, o trevo branco foi cultivado pelo autor para a posterior utilização exploratória, descrita no projeto de pesquisa, quando os estudantes autorizados legalmente, efetivamente participaram das atividades caracterizadas na metodologia ativa de aprendizagem.

#### 4.1.1 Procedimentos de cultivo de *Trifolium repens*

Para que a pesquisa fosse viável dentro da previsibilidade do cronograma, atendendo-se a todos os trâmites burocráticos para a anuência do Comitê de Ética em Pesquisa, executaram-se procedimentos preparatórios, coletando-se mudas da planta leguminosa *Trifolium repens*, sem o envolvimento dos estudantes.

Deste modo, o autor previamente providenciou a coleta de 60 mudas, adotando-se o método próprio de obtenção dos exemplares que foram devidamente tratados e transplantados

para três vasos plásticos em modelo jardineira (dimensões: 21 cm por 60 cm por 19 cm, com capacidade aproximada de 17 litros, de acordo com informações do fabricante).

Também se providenciou outros 3 pequenos vasos plásticos em modelo jardineira (dimensões: 8 cm por 23 cm por 9 cm, com capacidade aproximada de 1,3 litros, de acordo com informações do fabricante) para a finalidade de transferência para a sala de aula no momento da manipulação.

#### 4.1.2 Origem do material biológico para exploração no estudo

O cultivar *Trifolium repens* foi obtido do gramado interno da antiga sede da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), em Pinhais, na Rua Camilo di Lélis, nº 1150, no Bairro Estância, tão logo a mudança da sede ocorreu para outro endereço. O transplante foi realizado no dia 19 de abril de 2019, durante o feriado da sexta-feira santa, com anuência da Direção da APAE e na presença acompanhada por pessoa indicada pela instituição para promover o acesso.

#### 4.1.3 Coleta e tratamento das mudas

Coleta da leguminosa *Trifolium repens* para extração de rizóbios.

Definido o local, delimitou-se a área de um metro quadrado, de onde se coletaram várias mudas da leguminosa para a utilização inicial do sistema radicular, conservando-as para o replantio. As raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente para a remoção de resíduos de terra. Os nódulos, notadamente percebidos, foram extraídos e reservados. A extração resultou na quantidade de uma colher de chá rasa ou aproximadamente 2 gramas. Estes nódulos foram triturados em gral com pistilo e transferidos para uma garrafa plástica (limpa) de 500 mL onde foi adicionada a solução de água com açúcar, na proporção de 250 mL de água mineral para 25 gramas de açúcar. Desta forma, produziu-se um tipo alternativo de inoculante, cuja técnica é notoriamente conhecida pelos pequenos produtores rurais e que pode ser visualizado no vídeo<sup>1</sup>: Coleta de rizóbios para utilização imediata ou armazenamento.

---

<sup>1</sup> VILLELA, Neco T. Coleta de rizóbios para utilização imediata ou armazenamento. Santa Rita do Sapucaí, 18 jan. 2019. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Xba18sG\\_2cA](https://www.youtube.com/watch?v=Xba18sG_2cA)>. Acesso em: 14 out. 2019.

A solução inoculadora preparada foi agitada na garrafa para homogeneização e reservada para uso já na continuidade do processo.

Cada muda obtida, em que foram extraídos os seus nódulos radiculares, foi cortada com tesoura em tamanho contendo um ramo de sistema radicular e ao menos um caule com folha típica do trevo branco.

No total, foram preparadas 60 mudas, destinadas ao replantio em três vasos de plástico do tipo jardineira, distribuídas em duas dezenas para cada vaso. Este procedimento foi caracterizado como o transplante das mudas, ou seja, o processo finalizado desde a coleta dos exemplares, extração dos nódulos radiculares visíveis e a etapa subsequente da imersão inoculadora até o efetivo replantio definitivo para o local de cultivo.

As 60 mudas, das quais se extraíram os nódulos observáveis, permaneceram num balde com o sistema radicular imerso na solução inoculadora, preparada previamente, do horário das 18h até às 19h, quando todas foram transplantadas. Foram distribuídas, respectivamente, 20 mudas, equidistantes, em duas fileiras com 10 mudas para cada um dos três vasos, assim identificados: Vaso 1, Vaso 2 e Vaso 3.

Prepararam-se os vasos com uma fina camada de 2 cm de pedrisco, sobrepondo uma manta de drenagem e sobre a manta, terra preta sem adição de qualquer outro componente para que, então, recebessem as mudas do *Trifolium repens*.

Os vasos mantiveram-se aos cuidados e supervisão do autor, tratando-se da irrigação e cultivo semanal durante o tempo necessário para a intervenção acadêmica dos estudantes participantes da pesquisa.

As mudas foram cultivadas para que se desenvolvessem sob três condições diferentes, com o objetivo de influenciar no fornecimento de N (0%; 4% e 15% na diluição) tanto no processo de nodulação radicular quanto no desenvolvimento do *Trifolium repens*, sendo uma delas apenas pela irrigação com água sem qualquer aditivo (N a 0%) e outras duas sob as formulações dos fertilizantes NPK - Nitrogênio/Fósforo/Potássio que seguem (FIGURA 10), resguardados dados do fabricante.

- Formulação NPK 15-0-0 – Fertilizante Mineral Misto com composição garantida pelo fabricante: Nitrogênio (N) solúvel em água a 15% (0,0176 g/L); Cálcio (Ca) solúvel em água a 1% (0,0012 g/L); Enxofre (So<sub>4</sub>) solúvel em água a 4% (0,0047 g/L); Magnésio (Mg) solúvel em água a 5% (0,0006 g/L); Cobre (Cu) solúvel em água a 0,05% (0,00006 g/L); com natureza física fluída e com Densidade de 1,17.
- Formulação NPK 4-14-8 - Fertilizante Mineral Misto com composição garantida pelo fabricante: Nitrogênio (N) solúvel em água a 4%; Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) solúvel em CNA +

água a 14%; Potássio ( $K_2O$ ) solúvel em água a 8%; com natureza física fluida e com Densidade de 1,25.

FIGURA 10 - FERTILIZANTES USADOS NO CULTIVO



FONTE: O autor (2019).

O modo de preparo e indicação de dosagem para uso em ambas as formulações recomendadas pelo fabricante é o mesmo e embora as finalidades estabelecidas, destinassem ao desenvolvimento foliar e radicular, o propósito do autor destinou-se a provocar alterações nas nodulações radiculares em desenvolvimento nas mudas em cultivo pela influência das diferentes concentrações de N empregadas nas fórmulas.

Portanto, é notável salvaguardar que se utilizaram os produtos fora da especificação técnica, usualmente recomendada, e que a manipulação sob outra condição, tratou-se exclusivamente para aplicação de laboratório de aprendizagem. Logo, os produtos quando utilizados dentro da configuração para a qual foram formulados, devem produzir os efeitos esperados, que nada ou pouco tiveram de correspondência com os resultados observados nesta condição controlada.

Para o preparo da calda de aplicação: Agitou-se o frasco concentrado da formulação indicada. Diluindo-se uma tampa dosadora (5 mL) em 1 Litro de água, colocou-se em um frasco pulverizador e para uso, pulverizou-se 100 mL, uma vez por semana via solo, ambas as formulações, sempre ao final da tarde.

Durante o período que antecedeu a intervenção, as mudas foram tratadas diferentemente, dos meses de abril a novembro de 2019, cada qual sob as condições definidas na sequência:



- Vaso 1 – regado com água e pulverizado com a formulação 15-0-0 (100 mL/semana);
- Vaso 2 – regado exclusivamente com água 0-0-0 (100 mL/semana);
- Vaso 3 – regado com água e pulverizado com a formulação 4-14-8 (100 mL/semana).

#### 4.2 METODOLOGIA ATIVA E UNIVERSO AMOSTRAL

Neste estudo, a turma considerada controle foi conduzida pelo método tradicional, através da apresentação do conteúdo programático da série com explanação oral e com apoio dos recursos básicos dispostos pelo livro didático. A outra turma, determinada por sorteio, desenvolveu a proposta do roteiro de aula na concepção da metodologia ativa na aprendizagem baseada em problemas, de forma a permitir a participação efetiva dos estudantes no seu processo de ensino.

O público-alvo foi direcionado a estudantes, regularmente matriculados no Curso do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, na modalidade de Técnico em Administração, no 4º Ano, Turmas B e C (4TB e 4TC), do período noturno do ano letivo de 2019 do CEDAFB-EFMNP, localizado no município de Pinhais, Paraná, Brasil.

Foi realizada a consulta na base de dados no Sistema Estadual de Registro Escolar (SERE), o qual informou as matrículas efetivadas que se encontram na condição de ativas no sistema. No momento em que foi acessado, em 11/11/2019, apresentaram-se os dados de que a Turma 4TB registrava 30 estudantes ativos e a Turma 4TC, informou que havia 34 estudantes ativos.

O parecer consubstanciado autorizando-se a participação dos estudantes, bem como a aplicação da pesquisa com os mesmos, emitiu-se com data de 11 de novembro, posterior à última reunião do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR (Parecer CEP/SD - PB. n ° 3696105 na data de 11/11/2019).

Na noite do dia 11 de novembro, de posse do parecer, com a devida anuência para a aplicação da pesquisa, realizou-se um breve informativo sobre o início do estudo para as duas turmas escolhidas para a aplicação da pesquisa.

Como havia apenas dois estudantes menores de 18 anos, um em cada turma, eles levaram os termos para casa - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), destinando-se ao responsável legal.

Foi enviada uma carta esclarecedora, para que os pais tomassem conhecimento sobre a proposta do estudo e sendo convidados para participar de uma reunião explicativa, nas dependências do colégio.

A carta, bem como os termos, dispunha de todos os esclarecimentos e de todos os contatos para facilitar a comunicação entre os responsáveis legais com o Pesquisador Responsável ou com o Pesquisador Colaborador – Mestrando PROFBIO/UFPR, aplicador.

#### 4.3 NÚMERO DE AULAS DESTINADAS AO TEMA

A aplicação das atividades foi planejada para a realização em 10 aulas, sendo que as duas primeiras aulas foram destinadas ao processo de orientações e explicações sobre a pesquisa, bem como os esclarecimentos explicações sobre o TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – APÊNDICE 6) e o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – APÊNDICES 7 e 8), ao sorteio entre as metodologias de aprendizagem e a explicar os propósitos.

Os procedimentos de coleta prévia para o cultivo da planta em espaço específico e destinado na horta escolar do colégio ocorreram sem a participação dos estudantes.

O cultivo do *Trifolium repens* realizou-se mediante práticas do autor, sendo realizado desde a coleta até o transplante das mudas, atendendo-se ao protocolo de não envolver a participação acadêmica até obter-se a anuência junto ao CEP/SD (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR), cuja aprovação foi emitida pelo Parecer CEP/SD-PB. nº 3696105, na data de 11/11/2019.

Assim, de acordo com a previsão do projeto para a realização do mesmo para o final do segundo semestre do ano letivo, como de fato executou-se entre os dias 12 de novembro e 12 de dezembro de 2019, após todos os termos legais estarem devidamente acordados com todas as anuências necessárias entre pesquisadores, estudantes convidados à participação e as instituições envolvidas.

Durante este período, as dez aulas destinadas para a realização dos procedimentos, desenvolveram-se com as atividades dentro das duas diferentes concepções metodológicas de ensino, possibilitando o estudo que implicou na abordagem da exploração comparativa entre as duas turmas participantes deste estudo.

#### 4.4 “ROTEIRO PRÉVIO”

Considerou-se como “roteiro prévio” o referencial do ponto de partida para o desenvolvimento de todas as atividades definidas, de acordo com a metodologia de consenso estabelecida pelos grupos de estudo GCMT (Grupo Controle de Metodologia Tradicional) e GEMA (Grupo Experimental de Metodologia Ativa). Nestes termos foram admitidas as indicações do conteúdo programático previsto para a série/ano, tratando-se da simbiose mutualística entre a leguminosa e as bactérias radiculares.

Selecionou-se a turma para a participação na concepção da metodologia ativa através de sorteio, realizado na presença dos representantes das turmas, sendo sua ocorrência de forma proba, respeitosa e mediante a escolha entre envelopes inviolados, que continham a informação da metodologia de aprendizagem. Deu-se a liberdade de escolha após disputa ao número maior no lançamento de um dado ao representante da Turma 4TB que escolheu o envelope lacrado que continha a informação: “METODOLOGIA DE ENSINO TRADICIONAL”. Logo, sua turma definiu-se como Grupo Controle de Metodologia Tradicional (GCMT), restando à outra, Turma 4TC, a caracterização do Grupo Experimental de Metodologia Ativa (GEMA).

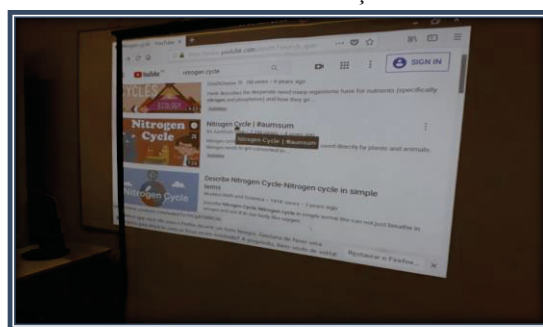
Após sorteio, escolha e definições pela Turma 4TB, reservaram-se as ações de “roteiro prévio” para ambas as turmas através de um vídeo<sup>2</sup> de abertura para os estudos envolvendo a temática do Ciclo do Nitrogênio e o seu processo de fixação biológica, apresentado na atividade 1 (FIGURAS 11 e 12).

FIGURA 11 - ATIVIDADE 1 – VÍDEO CICLO DO NITROGÊNIO



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 12 - PREPARATIVOS PARA A APRESENTAÇÃO DO VÍDEO



FONTE: O autor (2019).

<sup>2</sup> Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – Ciclo do Nitrogênio. IMPEvideoseduc. 30 set.2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 de out. 2019.

Na continuidade, durante o final do segundo semestre de 2019, entre os meses de novembro e dezembro, os conteúdos programáticos envolvendo a ecologia e a simbiose mutualística entre os recursos biológicos elegidos para exploração na temática, foram abordados tradicionalmente na turma controle e ativamente na metodologia da aprendizagem baseada em problemas, vinculando-se o processo pelo qual as bactérias realizam a fixação de nitrogênio atmosférico, associadas às raízes nodulares do trevo branco (*Trifolium repens*).

#### 4.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A pesquisa não foi analisada sobre as sequências didáticas trabalhadas, mas com base nas avaliações das sequências didáticas desenvolvidas.

Como instrumentos para levantamento de dados e coleta das informações pertinentes à pesquisa, foram aplicados questionários anônimos semiestruturados de forma a garantir a expressão das ideias dos participantes e uma condução orientada para os registros intencionados na pesquisa. As questões foram formuladas em acordo entre pesquisador e orientadora, bem como a elaboração do “roteiro prévio”, iniciador das ações para a metodologia experimental.

As 20 questões foram atribuídas em seleção, com base no conteúdo programático previsto para a série, condensando os assuntos voltados aos conceitos da Ecologia, relacionados ao processo associativo com as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico.

O instrumento de coleta de dados semiestruturado foi aplicado previamente para ambas as turmas envolvidas e novamente ao final dos procedimentos realizados (MESMO TESTE), tanto na forma dita tradicional, quanto na concepção diferenciada da metodologia ativa. Os resultados forneceram subsídios para estabelecimento de uma análise qualitativa e comparativa entre os dois métodos de ensino, sendo apresentados no decorrer da exposição.

Através dos participantes do Grupo Experimental, caracterizado pela concepção da metodologia ativa, baseada na resolução de problemas, em sua proposição investigativa, ao longo do processo registraram-se observações pertinentes ao estudo, na forma de levantamento de dados. Também ao final da aplicação, oportunizou-se uma autoavaliação aos estudantes para que pudessem registrar a sua percepção crítica quanto à motivação, interesse e a apropriação da aprendizagem. Nesta mesma atribuição, registraram-se as observações e sugestões, contribuindo globalmente na informação de dados relevantes ao desenvolvimento e aplicação do processo.

#### 4.5.1 Tratamento estatístico dos dados coletados

A análise da pesquisa com base na avaliação das sequências didáticas adotadas nas metodologias desenvolvidas nas turmas 4TB e 4TC empregaram os dados estatísticos de Bernoulli, também denominados como dados binomiais. A distribuição binomial é uma distribuição discreta relativa a uma variável aleatória que modela o número de sucessos que ocorrem em “n” experimentos independentes, consiste em uma sequência de ensaios ou tentativas independentes, isto é, ensaios nos quais a probabilidade de um resultado em cada ensaio não depende dos resultados ocorridos nos ensaios anteriores ou nos ensaios posteriores. Em cada ensaio, podem ocorrer apenas dois resultados, um deles considerado como sucesso (S) e outro considerado de fracasso (F). A probabilidade de ocorrer sucesso em cada ensaio será representada por  $p$ ; a probabilidade de fracasso representada por  $q$ , de tal modo que  $q=1-p$ . Tal tipo de experimento recebe o nome de ensaio de Bernoulli, de acordo com CORREA (2003). Observou-se, em orientações, a necessidade de incluírem-se as análises estatísticas pelo Teste  $t$  de *Student* para avaliar a significância entre a nota média de cada turma e do teste estatístico *ANOVA* para permitir a verificação se a porcentagem média de acertos para cada uma das 20 perguntas do questionário apresenta diferença estatisticamente significativa, indicando em quais questões específicas os estudantes apresentaram maior dificuldade. O tratamento da análise dos dados estatísticos utilizou-se das ferramentas do *software Microsoft Excel*, versão 2019 – *Office 365 Home*.

Os questionários de pré-aplicação e de pós-aplicação foram constituídos pelas mesmas perguntas e podem ser observados em APÊNDICE 1 e APÊNDICE 2, respectivamente.

A análise da distribuição binomial de Bernoulli (5.6.2) foi atribuída considerando-se a possibilidade de eventos de sucessos, caracterizados pelos acertos nas questões aplicadas. Da mesma forma, considerando-se a possibilidade de insucessos, caracterizados pelos possíveis erros cometidos nas questões. Para tanto, utilizou-se o recurso do *Software Excel* para o processamento dos dados em todas as análises submetidas.

Para o Teste- $t$ : duas amostras em par para médias – 4TB (5.6.3), o processamento dos dados foi realizado recorrendo-se ao *Software Excel* para atingir tal finalidade em todas as análises estatísticas efetuadas neste estudo. Os dados foram analisados através do suplemento em planilha do programa usando o Teste  $t$  de *Student* para duas amostras em par para médias. O alfa utilizado para o nível de significância, como padrão foi de 0,05 que representa 5%.

Para o Teste- $t$ : duas amostras em par para médias – 4TC (5.6.4), os dados foram igualmente analisados através do suplemento em planilha do programa usando o Teste  $t$  de

*Student* para duas amostras em par para médias. O alfa utilizado para o nível de significância, como padrão foi de 0,05 que representa 5%. Os resultados foram apresentados em uma nova planilha (TABELA 16) para não confundir com os dados de origem, criada no próprio programa, sendo os números ajustados para três casas decimais, seguindo-se exatamente os mesmos critérios e procedimentos adotados para o Grupo Controle.

Para o Teste-*t*: para variâncias supostamente iguais – 4TB e 4TC (5.6.5), em que para se fazer a comparação das médias entre os dois grupos diferentes, ou seja, em que temos observações independentes, aplicando-se a fórmula de comando disponível na plataforma para o cálculo do Teste *t* de *Student*, foi necessário determinar os tipos de variâncias. Se as variâncias seriam supostamente iguais ou supostamente diferentes. Assim, a forma de verificação das variâncias foi realizada aplicando-se o Teste F, disponível na plataforma do sistema *Excel*, por meio do qual se fez a comparação das variâncias entre os dois grupos, permitindo-se saber que tipo de Teste *t* de *Student* utilizar.

#### 4.6 DESENHO EXPERIMENTAL

Na proposta metodológica (FIGURA 13) analisou-se o desempenho de aprendizagem em que uma das turmas se submeteu a uma sequência didática produzida de forma colaborativa entre os participantes, utilizando-se do cultivo prévio e sem a manipulação dos estudantes, de uma planta forrageira conhecida comumente como trevo branco.

A partir do material botânico disponibilizado pelo cultivo, momento em que os participantes iniciaram sua manipulação e atividades de investigação, prepararam-se lâminas de nódulos ocorrentes em suas raízes, explorando-se os conceitos de Ecologia relacionados à Microbiologia através da metodologia ativa, levantando-se dados da morfoanatomia quanto ao desenvolvimento, para a confirmação das inferências hipotéticas.

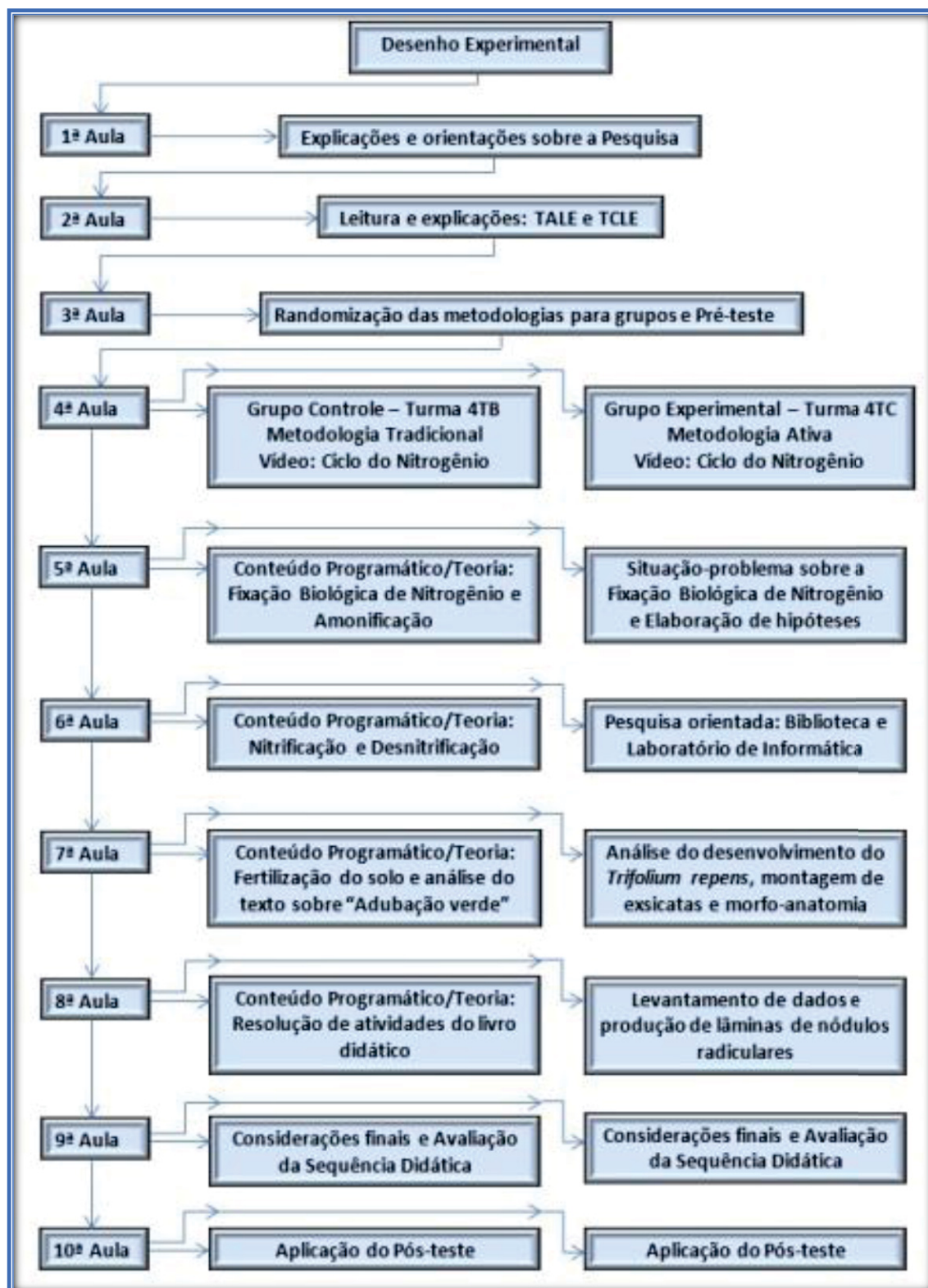
Ao final, aplicaram-se os processos de autoavaliação e de avaliação em pós-teste, comparando-se os resultados de desempenho entre as turmas envolvidas nas metodologias. As atividades foram direcionadas a duas turmas de estudantes do 4º Ano de Ensino Médio Integrado à Educação Profissional na modalidade de Técnico em Administração, cujo universo amostral foi composto inicialmente por 64 estudantes convidados, constantes na condição de ativos no SERE em data de 11/11/2019, no CEDAFB – EFMNP, em Pinhais, Paraná.

A definição da metodologia desenvolvida em cada uma das turmas foi realizada pelo processo da randomização com turmas escolhidas de forma aleatória por sorteio. Obteve-se a



turma que seguiu as atividades pelo método tradicional, considerada como grupo controle, e a turma que desenvolveu a sequência didática com a metodologia ativa de aprendizagem, considerada como grupo experimental.

FIGURA 13 – DESENHO EXPERIMENTAL



FONTE: O autor (2019).

As atividades foram apresentadas durante as aulas normais, seguindo o planejamento da matriz curricular, pois os conteúdos foram desenvolvidos igualmente a todos os estudantes das duas turmas selecionadas para esta pesquisa em Ecologia relacionada à Microbiologia.

Destinou-se o montante de 10 aulas para a aplicação das atividades planejadas.

Realizaram-se as etapas no final do segundo semestre do ano letivo de 2019, após todos os termos legais estarem devidamente acordados e com todas as anuências necessárias entre o professor pesquisador, sua orientadora, seu universo de amostragem participante e as instituições envolvidas. Na continuidade, desenvolveu-se a partir desta organização:

- 1ª aula: Leitura e explicações para os estudantes a respeito dos critérios para inclusão e exclusão da participação na pesquisa, explicação dos propósitos e orientação das atividades e procedimentos a serem desenvolvidos diferentemente entre as turmas, bem como da importância da participação contribuindo para o estudo, sem prejuízo algum para todos, aceitando ou não em participar do mesmo.
- 2ª aula: leitura e esclarecimentos a respeito do TALE e TCLE. Havia apenas dois estudantes menores de 18 anos, sendo um em cada turma, e nenhum dos responsáveis pode comparecer. No entanto, os estudantes levaram os termos para seus responsáveis tomarem conhecimento e prestarem seus consentimentos, contendo todos os meios de comunicação informados para contato com os pesquisadores em caso de necessidade de algum esclarecimento.

Na continuidade, as oito aulas foram destinadas à realização dos procedimentos de desenvolvimento das atividades dentro das diferentes concepções metodológicas de ensino. O estudo implicou numa abordagem comparativa entre as turmas indicadas ao tipo de metodologia de ensino, turma controle e turma experimental e para a aplicação dos instrumentos de coleta de dados e avaliação, adotaram-se as siglas GCMT (Grupo Controle de Metodologia Tradicional) e GEMA (Grupo Experimental de Metodologia Ativa).

- 3ª aula: Definição por sorteio do número maior no lançamento de um dado para representantes das turmas. O dado de número maior teve o direito de escolher entre dois envelopes lacrados contendo o tipo de metodologia, sendo a escolha realizada pela representante da turma 4TB. No envelope escolhido aleatoriamente, havia a informação “METODOLOGIA TRADICIONAL” que gerou a surpresa desanimadora ao grupo, pois a turma queria ter obtido a metodologia diferenciada. Na continuidade, o outro envelope foi aberto pelo outro representante da turma 4TC, havendo apenas o que



poderia ser esperado, a informação “METODOLOGIA ATIVA”. Definidas as metodologias de aprendizagens para cada uma das turmas participantes e dentro da lisura, prosseguiu-se da atividade de aplicação do pré-teste (FIGURAS 14 e 15) para ambas as turmas participantes, cada qual no seu horário de aula normal.

- Da 4<sup>a</sup> a 9<sup>a</sup> aula: Roteiros específicos para a turma de ensino conforme o método tradicional e metodologia ativa.
- 4<sup>a</sup> aula – Turma 4TB – Grupo Controle de Metodologia Tradicional (GCMT): vídeo<sup>3</sup> sobre o Ciclo do Nitrogênio.
- 4<sup>a</sup> aula – Turma 4TC – Grupo Experimental de Metodologia Ativa (GEMA): vídeo sobre o Ciclo do Nitrogênio, idem ao da GCMT.
- 5<sup>a</sup> aula – GCMT: Conteúdo programático seguido por aula expositiva com a teoria percorrendo sobre os processos de fixação biológica de nitrogênio e amonificação.
- 5<sup>a</sup> aula – GEMA: Discussão a respeito da situação-problema apresentada sobre o processo de fixação biológica de nitrogênio e elaboração de hipóteses.
- 6<sup>a</sup> aula – GCMT: Conteúdo programático seguido por aula expositiva com teoria percorrendo sobre os processos de nitrificação e desnitrificação.
- 6<sup>a</sup> aula – GEMA: Pesquisa orientada sobre a fixação biológica de nitrogênio envolvendo as plantas leguminosas e as bactérias de associação mutualísticas na formação de nódulos radiculares.
- 7<sup>a</sup> aula – GCMT: Conteúdo programático seguido por aula expositiva com teoria percorrendo sobre o processo de fertilização do solo e análise do texto “Adubação verde<sup>4</sup>”.
- 7<sup>a</sup> aula GEMA: Análise do desenvolvimento do *Trifolium repens*, leguminosa vulgarmente conhecida como Trevo branco, cultivada pelo autor para exploração dos estudantes na montagem de exsiccatas e registros de observações morfológicas e anatômicas do cultivar em estudo ativamente metodológico.

---

<sup>3</sup> MAG – 4/14 – **Ciclo do Nitrogênio**. IMPEvideoseduc. 30 de set. de 2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 de out. 2019.

<sup>4</sup> Instituto Brasileiro de Florestas. **Adubação verde**. Ibflorestas.org.br. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/adubacao-verde>>. Acesso em: 10 out. 2019.

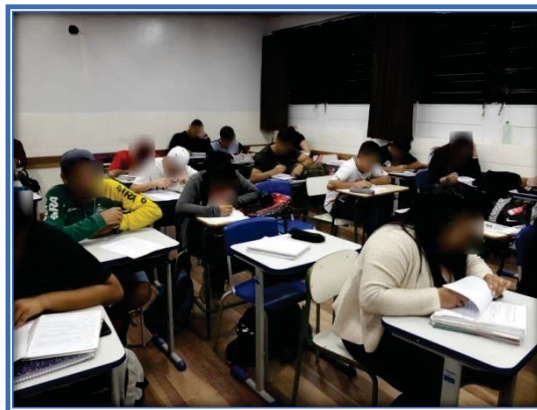
- 8ª aula GCMT: Conteúdo programático seguido pela orientação na resolução de atividades propostas no livro didático<sup>5</sup>.
- 8ª aula GEMA: Levantamento de dados por registros comparativos entre as condições diferenciadas de cultivo do *Trifolium repens*, apresentadas para os estudantes e produção de lâminas de nódulos radiculares, utilizando técnicas de observação direta a partir de secções das raízes, das radículas e dos nódulos. Preparação de esfregaço<sup>6</sup> de nódulos radiculares, seguidos da Coloração de Gram<sup>7</sup> para observação microscópica.
- 9ª aula GCMT: Destinada as considerações finais e avaliação da SD desenvolvida com a turma.
- 9ª aula GEMA: Destinada as considerações finais e avaliação da SD desenvolvida com a turma.
- 10ª aula: Destinada a atividade de aplicação do pós-teste para ambas as turmas, sendo cada qual em seu próprio horário previsto no cronograma da escola.
- Cada aula teve duração de 50 minutos, tempo correspondente a uma aula de Biologia e todas as aulas foram realizadas dentro do cronograma estabelecido nos horários de aula da escola, sem interferir sobre as aulas das demais disciplinas.

FIGURA 14 - APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE PARA TURMA 4TB – GCMT



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 15 - APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE PARA TURMA 4TC – GEMA



FONTE: O autor (2019).

<sup>5</sup> LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje** 3 ed., v.3, p. 233. São Paulo: Ática, 2017.

<sup>6</sup> Técnica clássica da Microbiologia que consiste em dispor fixamente materiais biológicos para observação ao microscópio óptico.

<sup>7</sup> Técnica clássica de coloração microscópica de permite a identificação de dois grupos de bactérias, as Gram positivas coradas em azul e as Gram negativas coradas de rosa.

Para que a pesquisa pudesse ser desenvolvida a partir das avaliações das sequências didáticas exploradas utilizou-se como instrumentos para levantamento de dados e coleta das informações pertinentes à pesquisa, a aplicação de questionários anônimos semiestruturados de forma a garantir a expressão das ideias dos participantes e também uma condução orientada para os registros intencionados na pesquisa.

Os testes de aplicação e o “roteiro prévio” foram organizados em acordo entre pesquisador e orientadora, sendo a atribuição das questões baseada no conteúdo programático previsto para a série. Condensaram-se os assuntos voltados aos conceitos da ecologia, relacionando-se ao processo associativo das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Bactérias estas, presentes em nódulos formados nas raízes das leguminosas, como no exemplo com o qual se desenvolveu o estudo, a planta conhecida vulgarmente como trevo branco.

Considerando-se que as metodologias de aprendizagens se diferenciaram entre a concepção de ensino tradicional com apresentação de aulas expositivas e a metodologia ativa, determinou-se em manter-se o detalhamento na descrição do método ativo conforme sua elaboração foi desenvolvendo-se na forma colaborativa com os participantes na SD.

#### 4.7 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM

##### 4.7.1 Atividade 1: aula de vídeo

O direcionou-se a atividade com a apresentação de um vídeo curto, envolvendo a temática do estudo sobre o ciclo do Nitrogênio, seguido do encaminhamento de questões mobilizadoras para a dialógica.

##### 4.7.2 Atividade 2: situação-problema e a elaboração de hipóteses

Os estudantes foram instigados, a partir da exposição de uma situação-problema, a discutir e levantar suas suposições para a explicação provável das condições que promoveram os diferentes resultados no cultivo da *Trifolium repens*.

Desta maneira iniciaram efetivamente seu processo de investigação científica pela inserção na metodologia ativa de aprendizagem, elaborando suas hipóteses, passivas de confirmação através do desenvolvimento da SD.

#### 4.7.3 Atividade 3: pesquisa orientada sobre a FBN

Os estudantes do GEMA dividiram-se em quatro novas frentes de trabalho, constituindo-se nas equipes:

- Equipe X responsável pela realização da pesquisa na Biblioteca do colégio sobre exsiccatas de plantas da variedade *Trifolium repens*, podendo realizar buscas em bancos digitalizados, disponíveis na *web*.
- Equipe Y responsável pela pesquisa no Laboratório de Informática do colégio sobre os métodos de observação de bactérias para as possibilidades de sua realização no colégio, levantando os recursos necessários para cumprir esta etapa no estudo dos microrganismos de nódulos radiculares de leguminosas.
- Equipe W responsável em realizar a pesquisa sobre o processo de fixação biológica de Nitrogênio, envolvendo rizóbios e raízes de plantas da família das leguminosas, contribuindo para a fundamentação científica no trabalho investigativo da metodologia ativa de aprendizagem.
- Equipe Z responsável em realizar a pesquisa da fundamentação teórica voltada ao estabelecimento de estratégias de comparação do desenvolvimento do *Trifolium repens* de cultivo, buscando formas de mensuração e de registro por anatomia e morfologia.

A separação do GEMA foi estratégica para que o tempo disponível ao estudo fosse suficiente, assim, os estudantes canalizaram seu empenho em atividades distintas, mas todas relacionadas, permitindo-se a socialização de tudo o que foi produzido pelas equipes, na continuidade das ações da pesquisa.

#### 4.7.4 Atividade 4: análise do desenvolvimento de *Trifolium repens*

Este momento no estudo destinou-se aos estudantes para a realização das comparações de desenvolvimento entre as plantas provenientes dos três vasos de cultivo, cada vaso de acordo com o seu método próprio, como descrito em 4.1.3; coleta e registro de dados para parâmetros e para novas descrições e observações comparativas entre as plantas cultivadas.

#### 4.7.5 Atividade 5: Produção de lâminas de nódulos radiculares

A atividade caracterizou-se pelo levantamento de dados através dos registros comparativos entre as condições diferenciadas de cultivo do *Trifolium repens* e pela produção de lâminas de nódulos radiculares.

Foram utilizadas técnicas de observação direta a partir de secções das raízes, das radículas e dos nódulos. A preparação para observação ao microscópio e lupa estereoscópica deu-se pelas técnicas clássicas de microbiologia, valendo-se do esfregaço para fixação e coloração de Gram.

##### 4.7.5.1 Técnica de preparação de lâminas de microscopia para observação de rizóbios

A técnica de esfregaço foi a escolhida na pesquisa pelos estudantes por ser bem simples o seu preparo, consistindo em depositar o material biológico entre duas lâminas, pressionando uma sobre a outra com movimentos circulares para espalhar o material triturado, seguida da fixação sob o calor da chama.

##### 4.7.5.2 A técnica de coloração de Gram

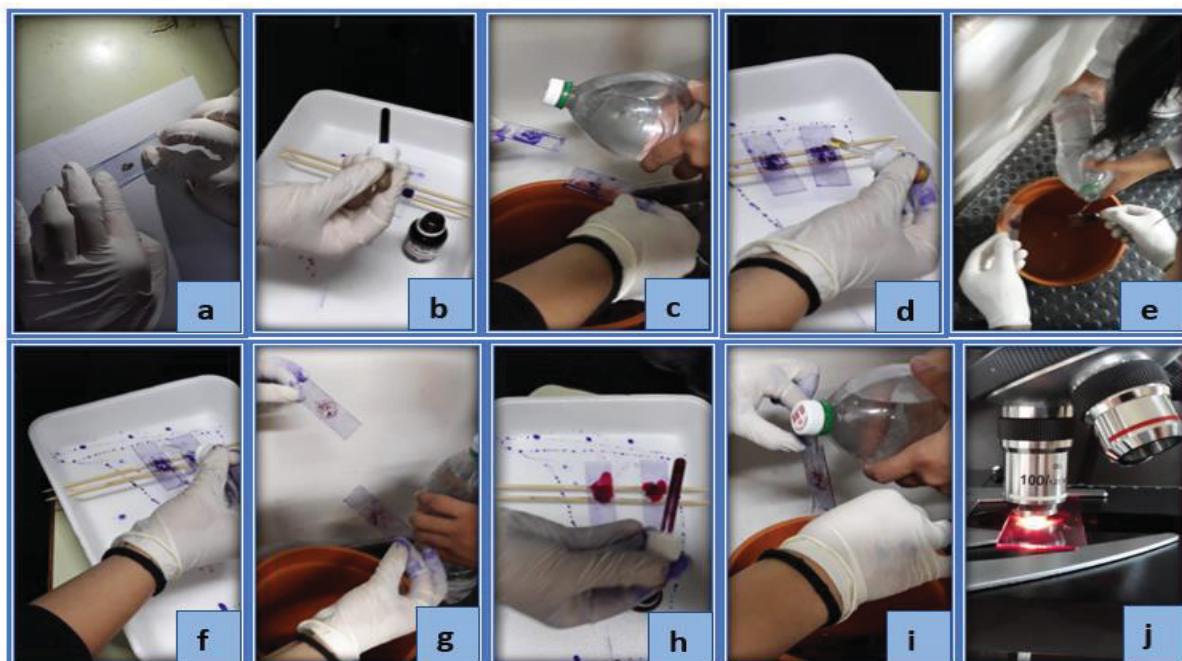
A coloração de Gram foi escolhida pelos estudantes por ser uma técnica rápida e relativamente fácil de ser realizada.

Eles seguiram as seguintes etapas: Confecção do esfregaço; Corar com violeta de cristal por 60 segundos; Lavar com fio de água destilada; Cobrir com iodo de Gram ou lugol por 60 segundos; Lavar com fio de água destilada; Descorar com álcool a 95%, ou acetona, 10-20 segundos (15 segundos foi o tempo de espera); Lavar com fio de água destilada; Corar com safranina por 60 segundos e Lavar com água destilada, secar e observar ao microscópio em aumentos gradativos até objetiva 100 X (imersão), utilizando-se o óleo apropriado para observação e lenço seco de papel suave com a solução de álcool-éter para remoção do óleo da objetiva após seu uso.

Alguns passos da técnica de preparação para observação de bactérias fixadoras de nitrogênio são apresentados na FIGURA 16.

O fato de a escola não dispor de laboratório físico para a realização de atividades práticas, não foi motivo para que a sala de aula convencional não fosse adaptada para suprir a demanda exigida no cumprimento das tarefas necessárias aos procedimentos da microbiologia.

FIGURA 16 – MONTAGEM EM MOSAICO DAS ETAPAS DA COLORAÇÃO DE GRAM



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Em *a*, esfregaço nodular preparado entre lâminas; em *b*, corado com violeta de cristal; em *c*, lavado com água destilada; em *d*, corado com lugol; em *e*, lavado o excesso em fio de água destilada; em *f*, descorado com álcool 95%; em *g*, lavado com água destilada; em *h*, corado com safranina; em *i*, lavado o excesso em fio de água destilada e em *j*, observação em óleo de imersão, objetiva *aum.* 100x.

#### 4.7.5.3 O desenvolvimento dos procedimentos.

Inicialmente os estudantes deveriam ser recebidos no Laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas, mas devido ao planejamento de gestão, com vistas às melhorias, o colégio não dispunha para a ocasião, havendo o acolhimento em sala de aula convencional.

Em se tratando da falta de uma instalação física apropriada, houve a necessidade de adaptar o espaço escolar para que pudesse atender a demanda dos estudantes durante todos os procedimentos envolvidos nas atividades da SD, ou seja, planejar e organizar os recursos necessários.

A sala foi equipada com os recursos materiais necessários, adaptada com balde e garrafa plástica contendo água destilada em substituição a pia e torneira. O aparelhamento contou com a instalação de extensão elétrica contendo régua de distribuição de energia para a ligação de uma Lupa Estereoscópica Óptica, dois Microscópios Trinoculares Ópticos, mas que não tiveram a micro câmera acoplada, e uma luminária com lâmpada de diodo emissor de luz (LED) para auxílio durante procedimentos (FIGURA 17).

Durante todo o procedimento foi mantida uma caixa de primeiros socorros (FIGURA 18) para uso imediato, objetivando minimizar os efeitos de qualquer natureza acidental que



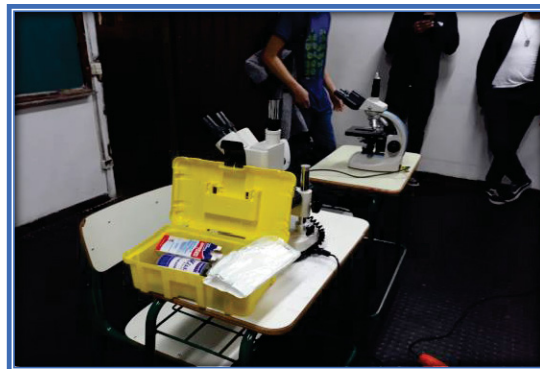
pudesse ocorrer, no entanto, não requereu uso em nenhum instante. Pois tudo transcorreu dentro do senso de organização, compromisso e responsabilidade entre os participantes.

FIGURA 17 - SALA EQUIPADA COM DEVIDAS ADAPTAÇÕES



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 18 - CAIXA DE PRIMEIROS SOCORROS ACESSÍVEL



FONTE: O autor (2019).

Uma orientação que foi seguida com muita cautela por todos, foi a atenção para o cuidado em manter uma correspondência absoluta entre a procedência da amostra em estudo com a sua origem indicada pelo número de vaso de cultivo, garantindo que a organização de dados fosse absoluta e fidedigna com suas respectivas amostras.

Para que os estudantes pudessem fazer uso dos materiais para a preparação ou manipulação de lâminas de microscopia, foram fornecidos aos participantes luvas, óculos e avental, componentes dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Os 4 óculos de plástico de segurança e os 4 aventais em tecido de TNT, foram levados em uma sacola, eventualmente por engano e supostamente por distração por algum estudante, uma vez que ocorreria a manipulação de corantes que poderiam oferecer risco em produzir avarias no vestuário e os óculos, tão somente para cumprir as formalidades da norma de segurança exigida pelo CEP, esclarecendo a falta de uso nas imagens de registro pelos estudantes manipuladores.

Em sala de aula convencional, na ausência de laboratório, devidamente equipada com os recursos materiais e tecnológicos, os estudantes foram organizados em suas três equipes constituídas na aula da atividade 2 e assim, deram continuidade às atividades que seguiram:

- Equipe 1 – agrupou os dados coletados e procedeu às análises de comparação de desenvolvimento entre as amostras das plantas de *Trifolium repens* obtidas dos três vasos numerados, sob três diferentes condições de tratamentos e cultivo.

- Equipe 2 – foi coordenada pela Equipe Y (constituída na atividade 3) para que procedessem às técnicas de preparação e produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens* e de rizóbios. Assim, produziram lâminas de secções de nódulos radiculares a fresco sem corantes; lâminas com esfregaço<sup>8</sup> de nódulos radiculares e fizeram a coloração dos esfregaços através da Técnica de Gram<sup>9</sup>.
- Equipe 3 – coordenou os procedimentos de observação das lâminas microscópicas preparadas pelos colegas participantes para que todos fizessem observações dos rizóbios existentes.

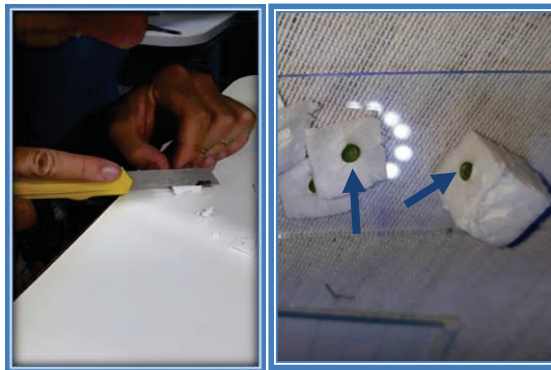
Os materiais foram preparados por secções histológicas de nódulos radiculares e observados na Lupa Estereoscópica. Algumas secções foram observadas nos Microscópios Ópticos. Os cortes foram obtidos pelo uso do micrótomo<sup>10</sup> manual e por técnica adaptada em que se utiliza do suporte das peças entre isopor, seccionando-se com auxílio de estilete (FIGURAS 19 e 20). Os esfregaços preparados (FIGURA 21) e corados pela Técnica da Coloração de Gram (FIGURA 22) foram observados em Microscópios Ópticos, sob a lente de imersão (100x e com óleo próprio de imersão), (FIGURA 23).

FIGURA 19 - USO DO MICRÓTOMO MANUAL



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 20 - SECÇÕES OBTIDAS EM SUPORTE DE ISOPOR



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Nos detalhes o material em corte no isopor.

<sup>8</sup> Técnica de preparação de material biológico para observação entre lâmina e lamínula, fixado pelo calor.

<sup>9</sup> Método de coloração de bactérias desenvolvido pelo médico dinamarquês Hans Christian Joachim Gram em 1884. O método consiste em tratar sucessivamente um esfregaço bacteriano, fixado pelo calor, com os reagentes cristal violeta, lugol, etanol-acetona e fucsina básica. As bactérias que adquirem a **coloração azul** violeta são chamadas de **Gram-positivas** e aquelas que adquirem a **coloração vermelho** são chamadas de **Gram-negativas**. Provida Provendo Soluções Preservando Vidas. **Técnica de Gram**. 2020. Disponível em: <<http://www.provida.ind.br/site/index.php/bacterias/bacterias/122-tecnica-de-gram.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

<sup>10</sup> Micrótomo escolar sem marca definida. Disponível em [https://a.aliexpress.com/\\_mPdv56J](https://a.aliexpress.com/_mPdv56J)>. Acesso em: 17 out. 2018 (endereço eletrônico e data de aquisição).

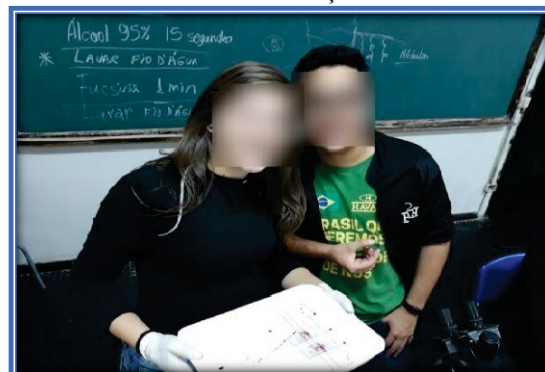


FIGURA 21 - ESFREGAÇO PREPARADO ENTRE LÂMINAS



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 22 - REALIZAÇÃO DA COLORAÇÃO DE GRAM



FONTE: O autor (2019).

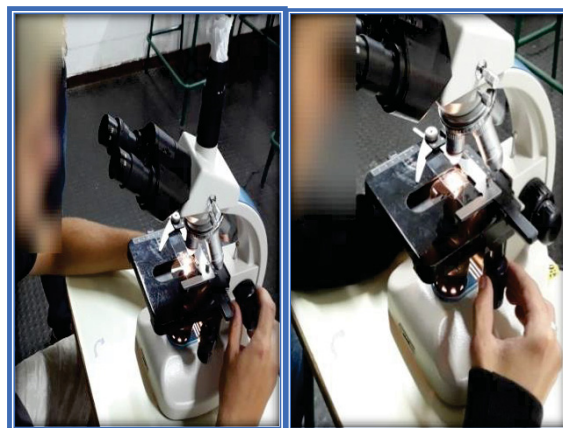
O uso do equipamento foi orientado para a delicadeza durante a manipulação do Macro e Micrômetro, ajustes de intensidade de luminosidade (FIGURAS 24).

FIGURA 23 - USO DO ÓLEO PARA A OBJETIVA DE IMERSÃO



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 24 - USO CORRETO DO MICRÔMETRO E *CHARRIOT*



FONTE: O autor (2019).

Houve acompanhamento por mediação docente para cuidados durante a observação (FIGURA 25). Os estudantes iniciaram pelo aumento da Objetiva Menor Aumento (4X), alternando gradativamente as objetivas até finalizar a observação no Aumento (40X). A partir deste ponto, para o uso da Objetiva (100X = imersão em óleo próprio) foi adicionada uma gota do óleo de imersão, posicionada a objetiva e cuidadosamente o campo visual foi percorrido, suavemente, utilizando o *Charriot*, percorrendo a lâmina a partir do ponto inicial, de cima para baixo, da esquerda para a direita, de baixo para cima, da esquerda para a direita e vice-versa.

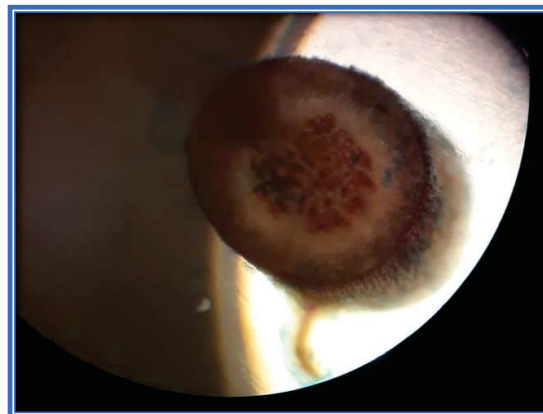
Quando detectado algo no campo visual, as imagens foram capturadas, utilizando os dispositivos dos *smartphones*, posicionados a partir da ocular do microscópio (FIGURA 26).

FIGURA 25 - OBSERVAÇÕES DE SECÇÕES AO M.O.



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 26 - SECÇÃO DE NÓDULO RADICULAR



FONTE: O autor (2019).

Os estudantes foram orientados a fazerem uso dos recursos disponíveis para captura de imagens para a coleta de dados comparativos das imagens finais. Foi disponibilizada uma Lupa Estereoscópica e dois Microscópios Ópticos e utilizando-se também dos *smartphones* pessoais.

As imagens selecionadas para apresentação dos resultados comparativos de desenvolvimento das plantas foram capturadas do *smartphone* disponibilizado pelo autor e deste, socializado no grupo, para resguardar os direitos de uso de imagens, desfocando os rostos para assegurar a confiabilidade de anonimato, acordada nos termos TALE e TCLE desta pesquisa.

Foi essencial que os estudantes utilizassem as informações consultadas durante a etapa de pesquisa orientada para que, de forma organizada, conseguissem estabelecer as condições para avançar gradativamente no conhecimento científico, apropriando-se pela metodologia utilizada da aprendizagem construída.

Por fim, os estudantes foram orientados a organizar os dados coletados para auxiliar na análise final, confirmando ou descartando as hipóteses elaboradas na aula na atividade 2, a partir dos resultados obtidos e apresentados no item 5.4.

Os Recursos didáticos necessários para a realização desta etapa contaram com: Sala de Aula Convencional como laboratório de pesquisa na iniciação científica; Livro didático de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata; Caixa de Primeiros Socorros; Luvas descartáveis de Látex ou de PVC; Óculos de segurança e

avental; Herbário Escolar; Lupa Estereoscópica; Microscópio Óptico; *Notebook*; *Smartphone* pessoal (Regente de Sala); Material escolar pessoal; Corantes de Gram (Cristal Violeta, Lugol, Etanol-Acetona, Fucsina Básica e água destilada); Micrótomo manual ou isopor para suportar os cortes das secções dos nódulos radiculares; Álcool-Éter e lenço de papel suave, para limpeza da Objetiva de Imersão; Óleo de imersão para uso de Objetivas de Imersão (Aumento 100X);

Tesoura, pinça e estilete (limitados na quantidade de duas unidades por item, fornecidos exclusivamente pelo Regente de Sala e de forma bem controlada por constituírem instrumentos perfuro cortantes).

#### 4.7.6 Atividade 6: Considerações finais, revelação do tratamento e autoavaliação da SD

A atividade destinou-se às considerações finais, a revelação de como foram submetidas as mudas ao tratamento de cultivo e ao processo da autoavaliação da sequência didática desenvolvida com a turma. Assim, os estudantes foram acolhidos na sala de aula quando então foi realizada uma breve conversa dialogada sobre a experiência vivenciada no espaço escolar.

Neste momento os estudantes de posse das informações correspondentes ao tipo de cultivo ao qual cada vaso foi tratado, puderam confrontar os seus resultados e comparar suas hipóteses, concluindo que foram equivocados em seus julgamentos, compreendendo o valor da pesquisa aplicada na prática investigativa desenvolvida colaborativamente, onde todos se envolveram, interagindo de forma colaborativamente protagonista.

Na continuidade, os participantes foram esclarecidos da importância em contribuir para julgar a si mesmos, quanto ao processo de interesse, motivação e aprendizagem percebida em sua apropriação de conhecimentos ao longo de todas as atividades realizadas.

Para este momento o sistema de autoavaliação foi planejado para que os campos de preenchimento fossem de fácil leitura e compreensão dos critérios exigidos, apresentando campos para registros de observações (quando necessárias) e para o registro de sugestões (quando oportunas).

O ambiente de sala onde o instrumento de autoavaliação foi aplicado privilegiou pela tranquilidade para que os estudantes pudessem manter a concentração na atividade.

Os recursos didáticos foram mantidos no próprio material escolar pessoal dos participantes e no fornecimento do instrumento de autoavaliação disponível no Apêndice 4.

## 4.8 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TRADICIONAL DE ENSINO

O detalhamento das informações foi direcionado para as atividades realizadas com o grupo experimental, das quais se originou o produto deste estudo com a construção coletiva dentro de uma proposta colaborativa.

Para a metodologia tradicional desenvolvida com o grupo controle, os procedimentos foram fielmente clássicos, de acordo com a maioria das atividades realizadas nas escolas públicas, explorando-se os recursos de quadro de giz e conteúdos programáticos do livro didático, adotado no colégio e disponibilizados a todos os estudantes no início do ano letivo.

A definição do tipo de metodologia de aprendizagem foi realizada conforme descrição no item 4.4 e as sequências didáticas, de forma tradicional, se desenvolveram a partir das etapas básicas que seguem apresentadas na continuidade.

### 4.8.1 Atividade 1: Aula de vídeo

A turma 4TB, estabelecida como Grupo Controle, teve seus procedimentos iniciados com a apresentação do vídeo sobre o Ciclo do Nitrogênio, sendo exatamente a mesma mídia desenvolvida com o Grupo Experimental. O propósito foi introduzir de forma sucinta o conteúdo a ser explorado.

Os estudantes foram orientados a anotarem as suas dúvidas e ao final da apresentação, ocorreu uma breve discussão sobre o tema a fim de esclarecimentos. Na continuidade, os estudantes elaboraram um mapa conceitual sobre o ciclo do Nitrogênio, utilizando-se dos recursos do livro didático e do acesso à *Web*, em sítios de busca. A atividade foi finalizada, tendo o seu registro em cadernos pessoais dos participantes.

### 4.8.2 Atividade 2: Aula expositiva clássica

Conteúdo programático seguido por aula expositiva com a teoria discorrendo sobre os processos de fixação biológica de nitrogênio e amonificação.

### 4.8.3 Atividade 3: Aula expositiva clássica

Conteúdo programático seguido por aula expositiva com teoria discorrendo sobre os processos de nitrificação e desnitrificação.

#### 4.8.4 Atividade 4: Aula expositiva clássica

Conteúdo programático seguido por aula expositiva com teoria discorrendo sobre o processo de fertilização do solo e análise do texto sobre “Adubação verde”. O mesmo texto referenciado na sétima aula, GCMT (4.6).

#### 4.8.5 Atividade 5: Aula expositiva clássica

Conteúdo programático seguido pela orientação na resolução de atividades propostas no livro didático (LINHARES; GWANDSZNAJDER; PACCA, 2017, v.3, p.233).

#### 4.8.6 Atividade 6: Considerações finais e autoavaliação da SD

A atividade destinou-se às considerações finais e a autoavaliação da sequência didática (Apêndice 3), desenvolvida sem inovações, dentro da concepção do ensino, essencialmente tradicional de aulas expositivas.

### 4.9 FINALIZAÇÃO DAS APLICAÇÕES

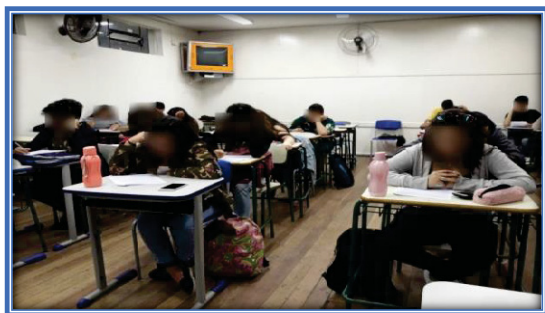
#### 4.9.1 Autoavaliação das Sequências Didáticas

Durante a nona aula programada, disponibilizou-se um momento para as considerações finais. Todos tiveram a oportunidade de contribuir com suas alegações, tratando-se, basicamente, dos comentários a respeito dos acontecimentos que conduziram os processos. Cada turma, em seu momento próprio, obedecendo-se ao cronograma escolar, pôde fazer suas alegações, destacando-se a Turma 4TB, que manifestou o interesse em fazer atividades práticas vinculadas ao que se trabalhou com a outra turma, ainda nos últimos dias letivos.

Encerrados os instantes de considerações, aplicou-se o instrumento de autoavaliação a cada turma (FIGURAS 27 e 28), dentro de seu horário e de concepção de ensino, disponíveis em Apêndices 3 e 4.



FIGURA 27 - AUTOAVALIAÇÃO GRUPO CONTROLE – 4TB



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 28 - AUTOAVALIAÇÃO GRUPO EXPERIMENTAL – 4TC



FONTE: O autor (2019).

#### 4.9.2 Aplicação do pós-teste

O encerramento caracterizou-se com a 10ª aula, conforme previsão constante no desenho experimental, quando se destinou a atividade de aplicação do pós-teste para ambas as turmas. A realização ocorreu para cada turma, dentro da organização em seu próprio horário previsto no cronograma da escola (FIGURAS 29 e 30).

O pós-teste quando aplicado teve duração de 50 minutos, tempo correspondente a uma aula de Biologia e todas as aulas foram realizadas dentro do cronograma estabelecido nos horários de aula da escola, sem interferir sobre as aulas das demais disciplinas.

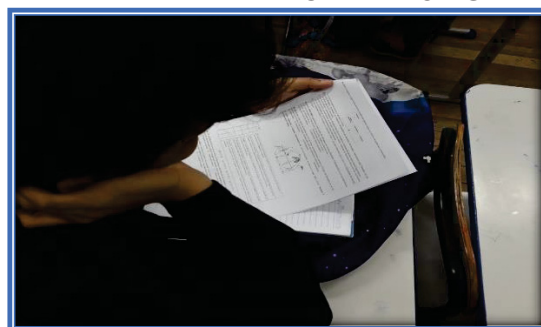
Durante a aplicação do pós-teste, cada um dos participantes recebeu um número para que pudesse identificar-se nos quadros de resultados de sua turma (Item 5.2: FIGURAS 56, 57, 58 e 59), afixados no edital interno da sala de aula, ao lado da porta, no dia 13/12/2019, correspondente à data subsequente ao último pós-teste aplicado. Assim, os dados de desempenho foram apresentados para a publicidade das turmas, resguardando o anonimato. O critério de compartilhamento das identificações foi definido por livre arbítrio, em comum acordo, entre os estudantes participantes.

FIGURA 29 - APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE PARA TURMA 4TB – GCMT



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 30 - APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE PARA TURMA 4TC – GEMA



FONTE: O autor (2019).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PERFIL SÓCIO EDUCACIONAL DOS PARTICIPANTES

Conhecer o estudante com quem se desenvolveu o estudo caracteriza-se como relevante informação para integrar a composição de fatores que permitiram o seu desenvolvimento. É o ser, em sua capacidade colaborativa que constrói amparado em seus recursos, sua motivação e responsabilidade coletiva, o conhecimento transformador oportunizado na vivência dentro dos contextos das diferentes metodologias de aprendizagens.

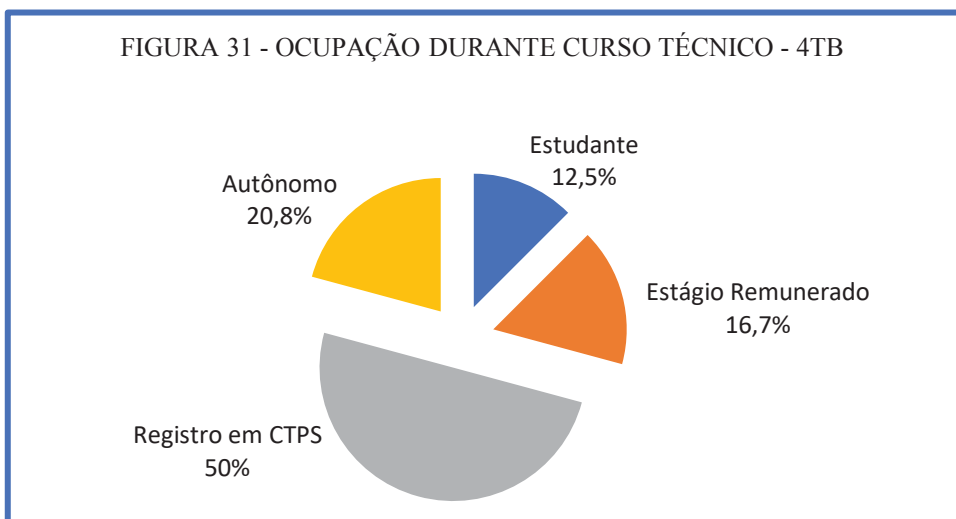
#### 5.1.1 Perfil dos estudantes da Turma 4TB

De acordo com o Sistema Estadual de Registro Escolar (SERE/PR), que é utilizado por todas as escolas estaduais no Paraná, em 11/11/2019, para a turma em configuração no período noturno deste estabelecimento de ensino, de um total de 35 estudantes relacionados no Cadastro Geral de Matrículas (CGM), 2 estudantes encontravam-se em situação de “Remanejados” entre turmas, 1 em “Transferência” para outra escola e 2 “Sem Frequência”, supostamente por abandono escolar. Dentre os 30 estudantes, regularmente matriculados, 6 foram excluídos da pesquisa por não atenderem aos critérios acordados inicialmente em participar de todas as etapas previstas nas 10 aulas planejadas ou por não concordarem livremente em participar da mesma, sem acarretar nenhum prejuízo para o estudante esta decisão.

Assim, contribuíram livremente esclarecidos, 24 estudantes participantes desta turma na pesquisa.

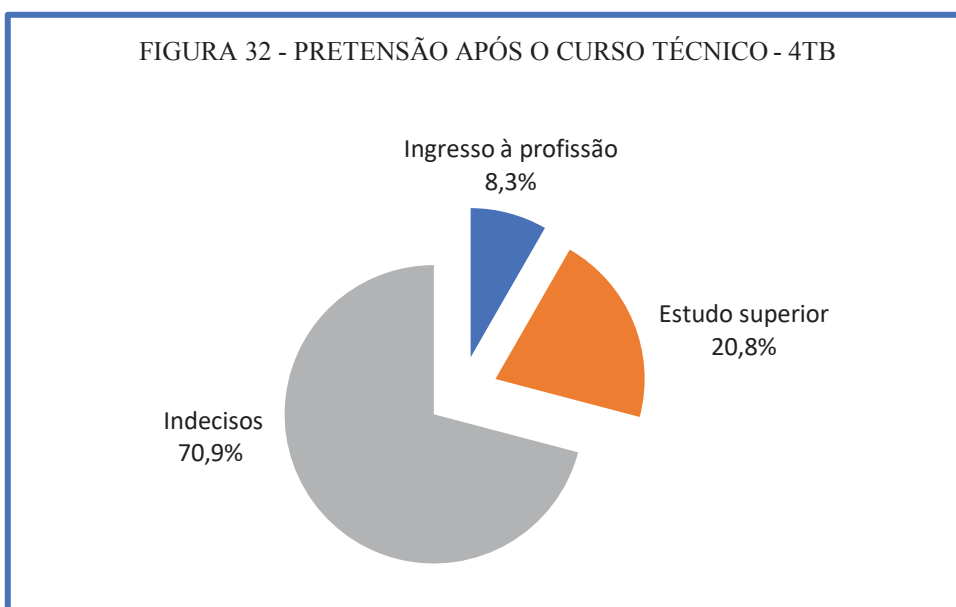
Na turma 4TB, declararam-se no momento inicial da pesquisa, 12,5% como sendo estudantes exclusivamente concluintes dos seus estudos básicos; 16,7% desenvolvendo estágio remunerado; 50% empregados com registro em Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS) e 20,8% exercendo trabalho autônomo (FIGURA 31).





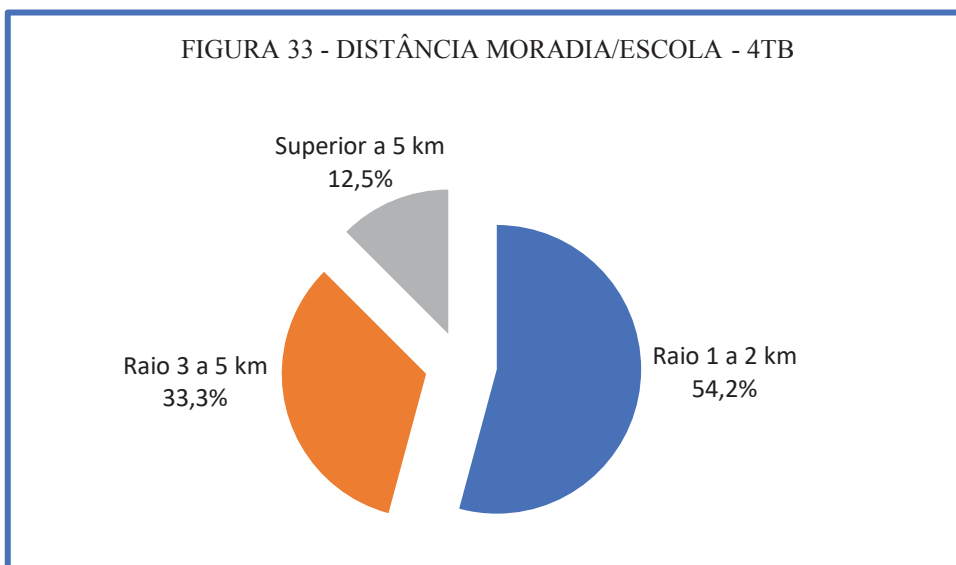
FONTE: O autor (2019).

Considerando a egressão do curso técnico profissionalizante, 8,3% indicaram a pretensão em ingressar no mercado de trabalho; 20,8% indicaram a pretensão em prosseguir seus estudos em nível superior, mas 70,9% não responderam ou não souberam indicar suas pretensões futuras ao concluir o curso, já em finalização (FIGURA 32).



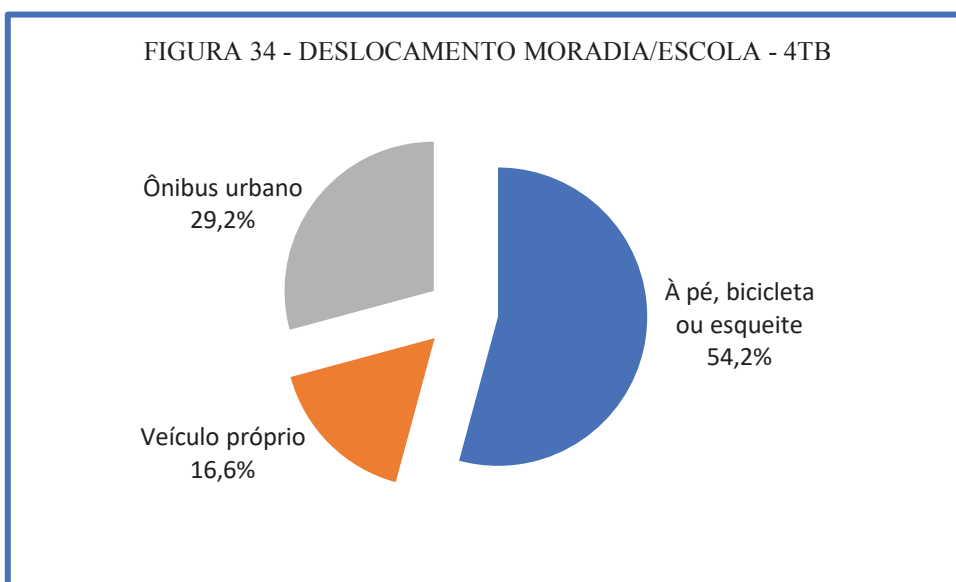
FONTE: O autor (2019).

Considerando-se o raio de distância entre a moradia e a escola, 54,2% declararam-se residentes entre 1 e 2 km; 33,3% que se localizam entre 3 e 5 km de distância da escola e 12,5% em um raio superior a 5 km (FIGURA 33).



FONTE: O autor (2019).

Considerando-se as condições de deslocamento até a escola, 54,2% declarou-se que o acesso é por caminhada, fazendo uso de bicicleta ou de esquete. Fazem acesso com veículo próprio, sendo carro ou motocicleta 16,6% e 29,2% acessam através das linhas de ônibus alternativas ou com carona de conhecidos (FIGURA 34).

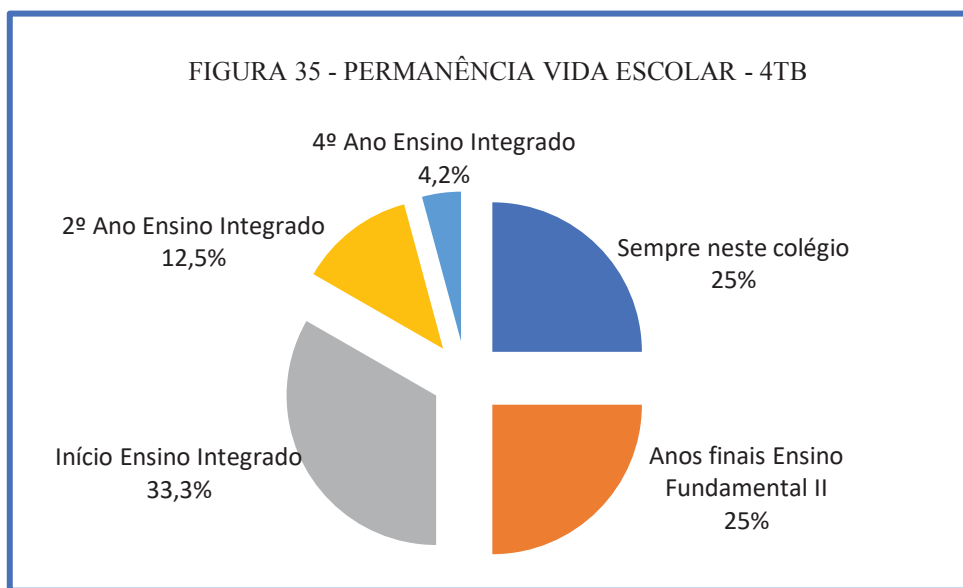


FONTE: O autor (2019).

Para o retorno ao domicílio, mantêm-se os percentuais, sem alterações, confirmando-se as mesmas condições de deslocamento.

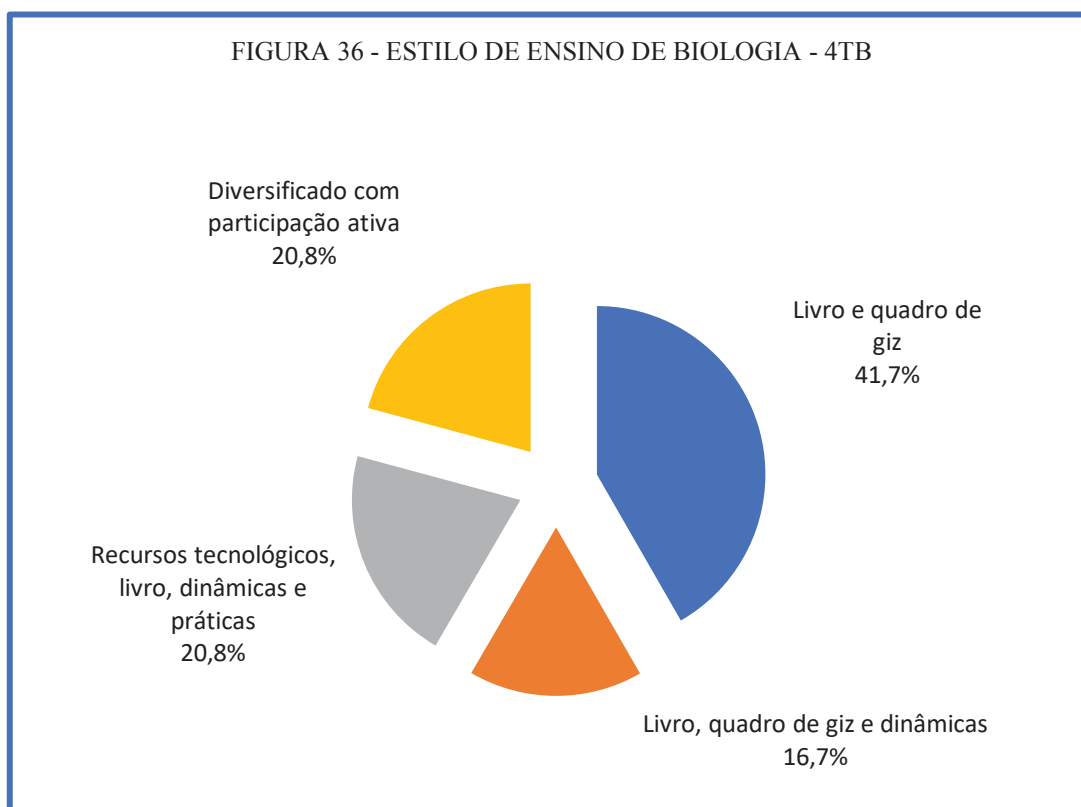
Com relação à vida escolar, 25% declararam-se como sempre matriculados nesta escola, desde o início do Ensino Fundamental e outros 25% que começaram a frequentar nos

anos finais do Ensino Fundamental. De acordo com o levantamento, 33,3% informaram que estudam no colégio desde o início do Ensino Médio, por ofertar a modalidade profissionalizante, 12,5% que estudam desde o 2º ano do ensino integrado ao profissional e ainda, 4,2% caracterizando como ingresso no ano letivo vigente, último ano do curso técnico (FIGURA 35).



FONTE: O autor (2019).

Abordando o aspecto da natureza dos tipos de aulas desenvolvidas que tiveram em sua maioria no ensino de Biologia, independentemente da instituição frequentada, os estudantes consideram-se dentro dos 41,7% para a participação em aulas convencionalmente tradicionais com uso do livro didático e explicações no quadro de giz pelo professor; 16,7% em aulas tradicionais com uso do livro didático, explicações no quadro de giz e atividades dinâmicas; 20,8% em aulas com recursos tecnológicos, com uso do livro didático, dinâmicas e práticas experimentais e os mesmos 20,8% em aulas diversificadas com participação efetiva dos estudantes nos processos de aprendizagem (FIGURA 36).

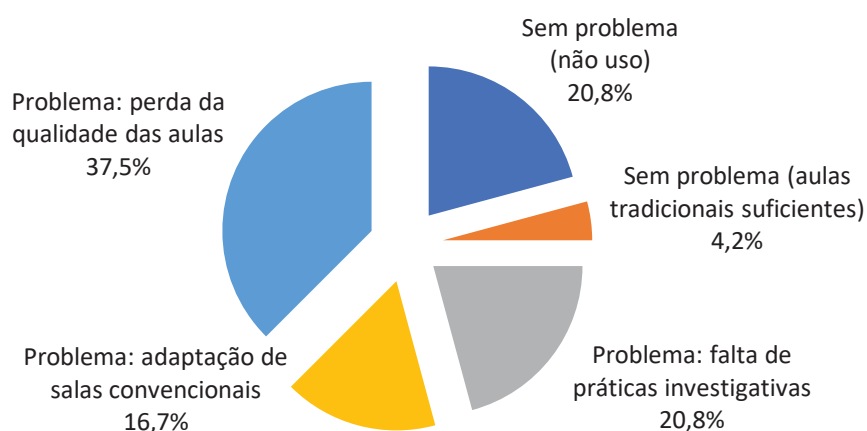


FONTE: O autor (2019).

O próximo tópico diz respeito às condições estruturais para as aulas experimentais. Considerando-se o fato da gestão escolar (Direção local) ter desativado o laboratório deste colégio em 2018, com previsão imediata dos gestores em destinar um espaço adequado para a instalação física ampliada e com ligação correta na rede de esgoto. Essa condição não foi superada durante o ano de 2019 até mesmo durante a realização da presente pesquisa.

Os estudantes revelaram, no instrumento de coleta de dados, que 20,8% consideraram que a desativação do laboratório não gerou nenhum problema porque alegaram que o espaço não era utilizado na escola; 4,2% que não gerou nenhum problema porque consideraram que as aulas com o livro didático e exposição teórica são suficientes. Outros 20,8% consideraram o problema da impossibilidade de realização de aulas práticas experimentais e de investigação; 16,7% no problema da necessidade de adaptação do espaço para realizarem-se práticas experimentais e de investigação e 37,5% consideraram na perda da qualidade das aulas por indispor o laboratório para aulas experimentais (FIGURA 37).

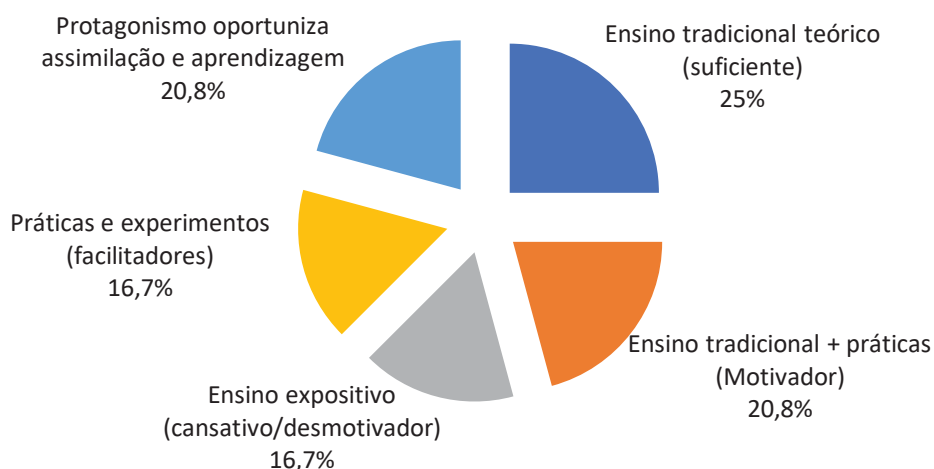
FIGURA 37 - DESATIVAÇÃO DO LABORATÓRIO - 4TB



FONTE: O autor (2019).

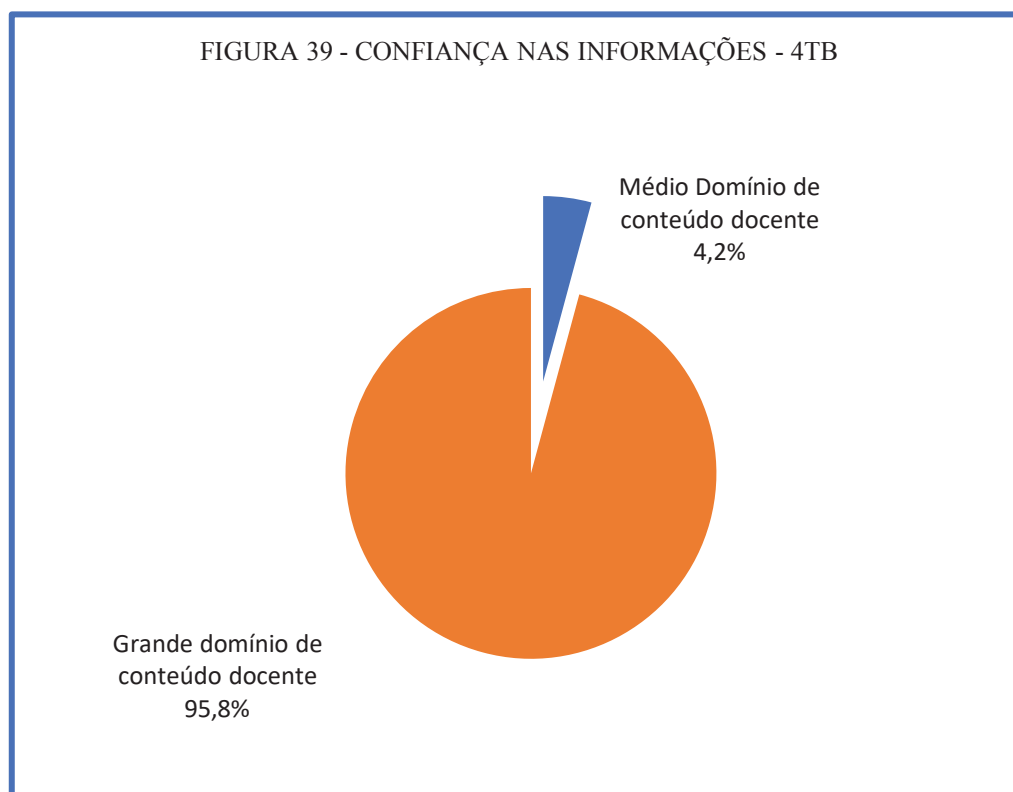
Considerando-se as metodologias aplicadas nas aulas de Biologia, 25% dos estudantes informaram que o ensino tradicional transmitido pelo professor de forma teórica é suficiente para o aprendizado; 20,8% que o ensino tradicional transmitido pelo professor com aulas práticas é motivador; 16,7% que o ensino tradicional por ser muito expositivo é cansativo e desmotivador; também 16,7% que as atividades práticas ou experimentais facilitam a assimilação de conteúdos e outros 20,8% que a participação ativa nas práticas, oportuniza a assimilação e a aprendizagem (FIGURA 38).

FIGURA 38 - METODOLOGIA X APRENDIZAGEM - 4TB



FONTE: O autor (2019).

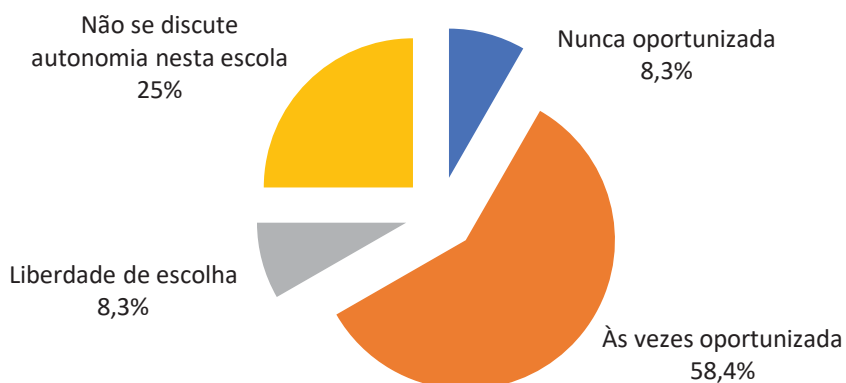
Considerando-se as informações recebidas nas aulas de Biologia, os estudantes acreditam no percentual de 4,2% na confiança das informações serem de médio domínio do professor, enquanto 95,8% acreditam na confiança das informações serem de grande domínio pelo professor regente de classe (FIGURA 39).



FONTE: O autor (2019).

Quanto à autonomia acadêmica para desenvolver atividades nas aulas de Biologia, os estudantes participantes da pesquisa consideram-se entre os 8,3% que nunca tiveram autonomia para realizar atividades nas aulas de Biologia; 58,4% que às vezes tiveram autonomia para decidir sobre as atividades que faziam em Biologia; também 8,3% que sempre tiveram a liberdade para escolher as atividades de aprendizagem em Biologia e 25% entre os que consideram que não se discute autonomia para a participação nas aulas nesta escola (FIGURA 40).

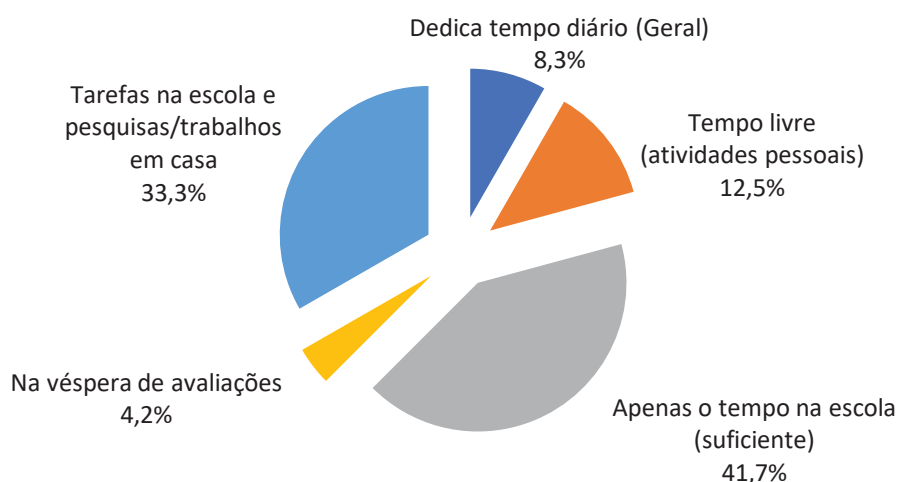
FIGURA 40 - AUTONOMIA ACADÊMICA NAS AULAS - 4TB



FONTE: O autor (2019).

Quanto à dedicação acadêmica, 8,3% dedica um tempo diário aos estudos de forma geral; 12,5% dedicam o tempo livre para outras atividades pessoais; 41,7% dedicam a atenção aos estudos apenas na escola e de forma suficiente; 4,2% que dedicam estudo apenas na véspera de avaliações escolares e 33,3% que fazem as tarefas na escola, destinando o tempo em casa apenas para trabalhos e pesquisas escolares (FIGURA 41).

FIGURA 41 - DEDICAÇÃO ACADÊMICA NO ESTUDO - 4TB

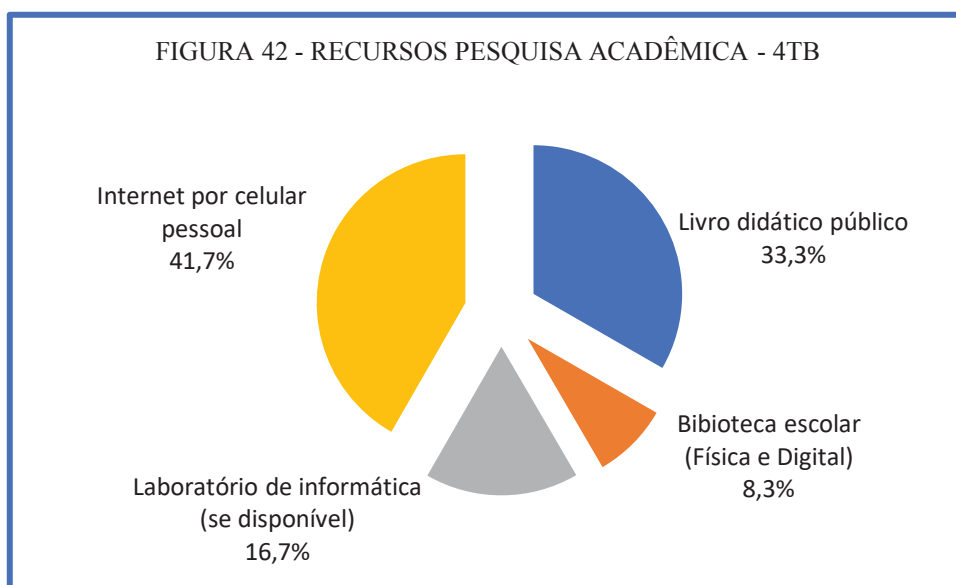


FONTE: O autor (2019).

Considerando-se os recursos de pesquisa dos quais os estudantes participantes do estudo dispunham, 33,3% informaram possuir o livro didático público fornecido pelo governo



federal, mediante prévia escolha docente. Embora o livro didático seja oferecido à todos, a maioria recusa-se devido ao peso no transporte; 8,3% informaram usar a biblioteca do colégio que possui um bom acervo bibliográfico e recursos de busca digital para os estudos complementares; 16,7% que utilizam o Laboratório de Informática quando este não é utilizado para as aulas do ensino profissional e 41,7% que acessam a rede mundial a partir de aplicativos dos seus aparelhos de telefonia celular (FIGURA 42).



FONTE: O autor (2019).

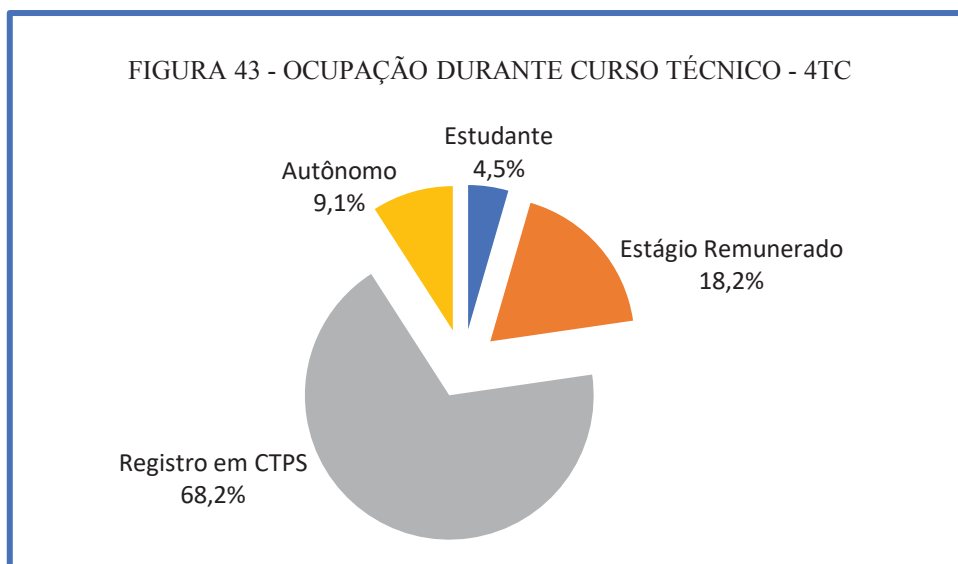
### 5.1.2 Perfil dos estudantes da Turma 4TC

Realizando-se a consulta ao SERE/PR, em 11/11/2019, para a turma em configuração no período noturno deste estabelecimento de ensino, de um total de 39 estudantes relacionados no CGM, 2 estudantes encontravam-se em situação de “Remanejados” entre turmas, 2 em “Transferência” para outras escolas e 1 “Sem Frequência”, supostamente por abandono escolar. Dentre os 34 estudantes, regularmente matriculados, 12 foram excluídos da pesquisa por não atenderem aos critérios acordados inicialmente em participar de todas as etapas previstas nas 10 aulas planejadas ou por não concordarem livremente em participar da mesma, sem acarretar nenhum prejuízo para o estudante esta decisão.

Assim, contribuíram livremente esclarecidos, 22 estudantes participantes desta turma na pesquisa.

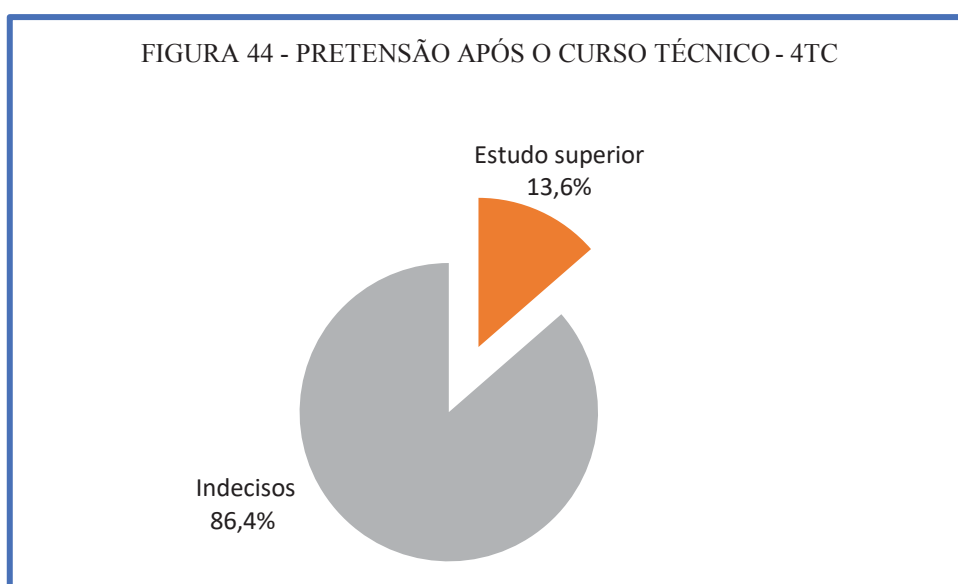
Na turma 4TC, declararam-se no momento inicial da pesquisa, 4,5% como sendo estudantes exclusivamente concluintes dos seus estudos básicos; 18,2% desenvolvendo estágio

remunerado; 68,2% empregados com registro em CTPS e 9,1% exercendo trabalho autônomo (FIGURA 43).



FONTE: O autor (2019).

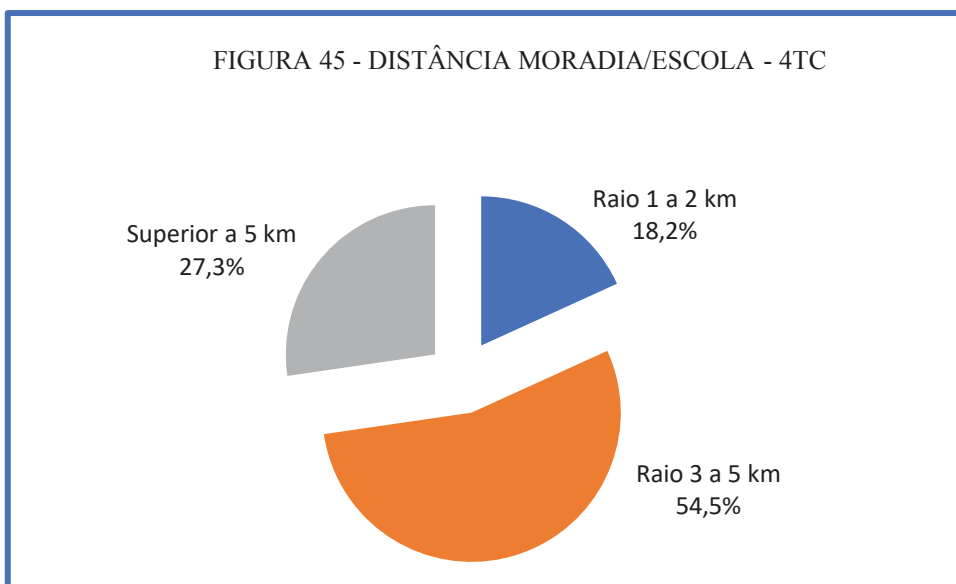
Considerando a egressão do curso técnico profissionalizante, 13,6% indicaram a pretensão em prosseguir seus estudos em nível superior, mas 86,4% não responderam ou não souberam indicar suas pretensões futuras ao concluir o curso, já em finalização (FIGURA 44).



FONTE: O autor (2019).

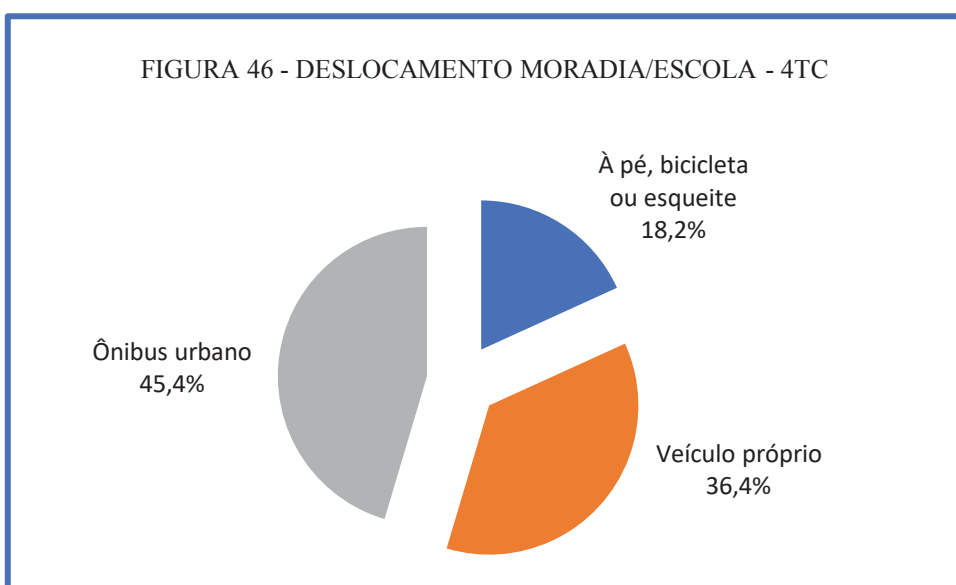
Considerando-se o raio de distância entre a moradia e a escola, 18,2% declararam-se residentes entre 1 e 2 km de afastamento; 54,5% que se localizam entre 3 e 5 km de distância

da escola e 27,3% em um raio superior a 5 km, alguns casos chegando entre 10 e 15 km (FIGURA 45).



FONTE: O autor (2019).

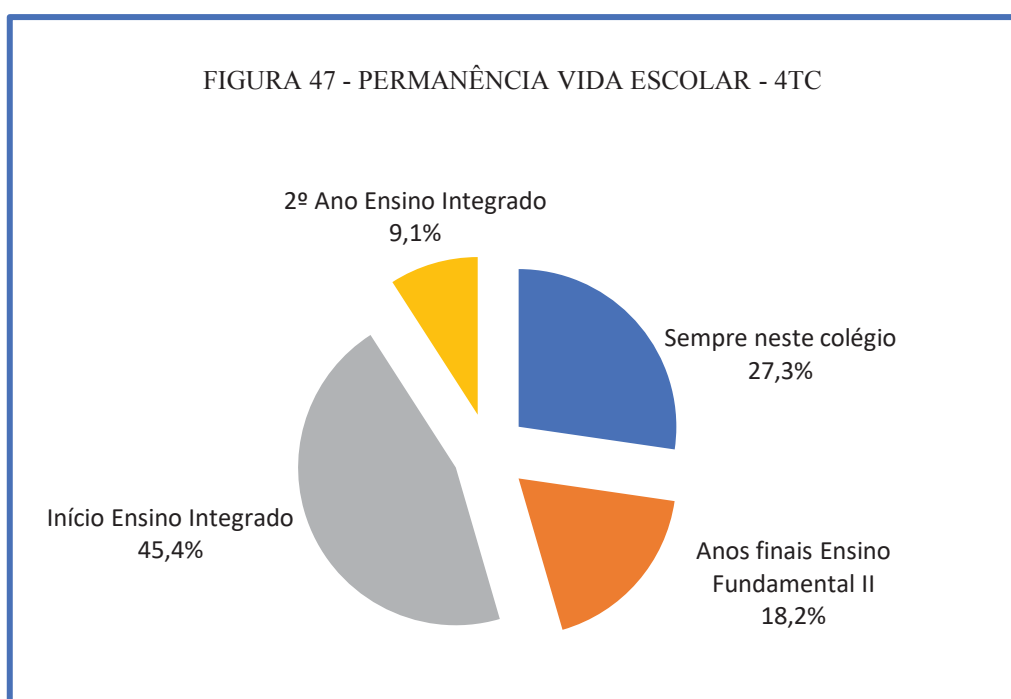
Considerando-se as condições de deslocamento até a escola, 18,2% declarou-se que o acesso é por caminhada, fazendo uso de bicicleta ou de esquite. Fazem acesso com veículo próprio, sendo carro ou motocicleta 36,4% e 45,4% acessam através das linhas de ônibus alternativas ou com carona de conhecidos (FIGURA 46).



FONTE: O autor (2019).

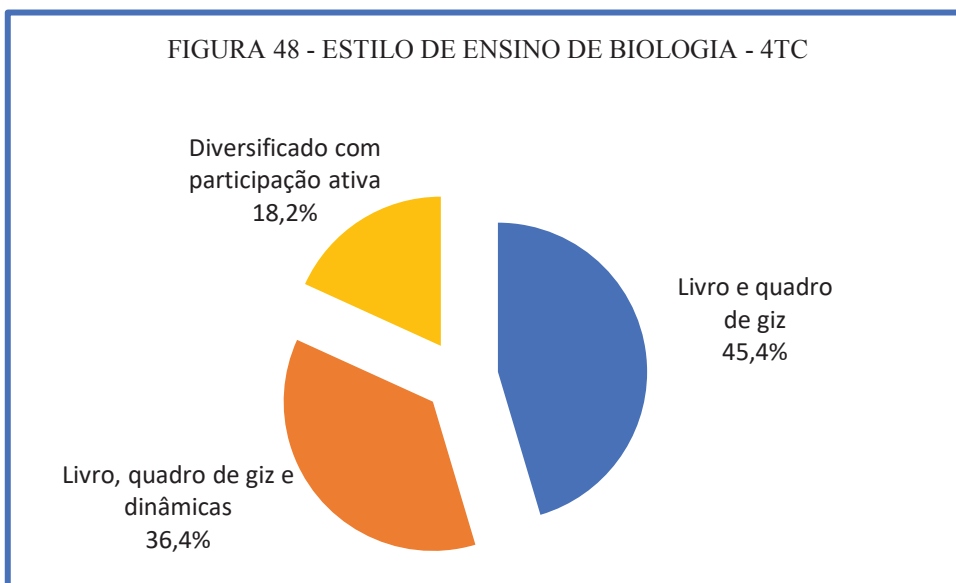
Para o retorno ao domicílio, os estudantes utilizam-se dos mesmos recursos de acesso para atendimento das suas necessidades de transporte.

Com relação à vida escolar, 27,3% declararam-se como sempre matriculados nesta escola, desde o início do Ensino Fundamental e outros 18,2% que começaram a frequentar nos anos finais do Ensino Fundamental. De acordo com o levantamento, 45,4% informaram que estudam no colégio desde o início do Ensino Médio, por ofertar a modalidade profissionalizante; 9,1% que estudam desde o 2º ano do ensino integrado ao profissional (FIGURA 47).



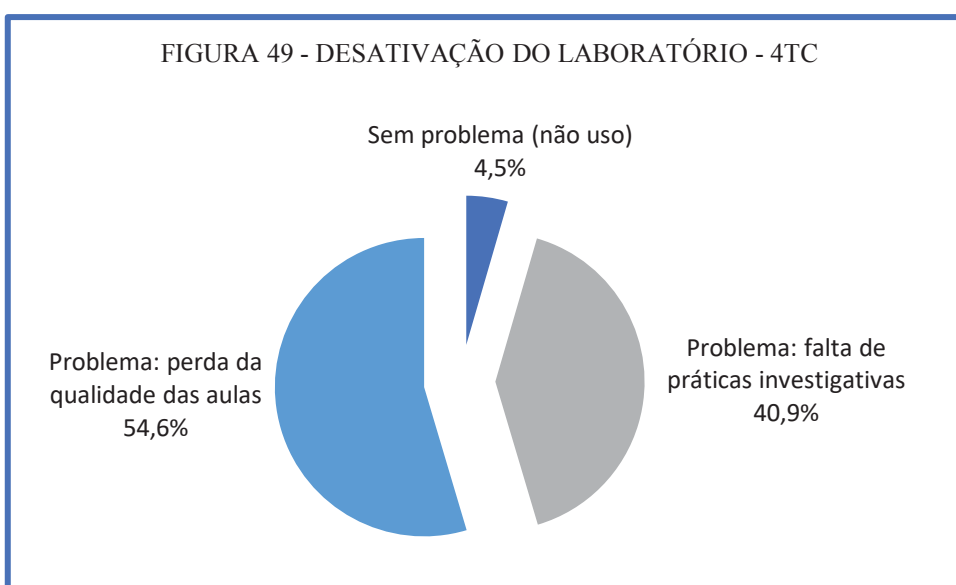
FONTE: O autor (2019).

Abordando o aspecto da natureza dos tipos de aulas desenvolvidas no ensino de Biologia, independentemente da instituição frequentada, os estudantes consideram-se dentro dos 45,4% para a participação em aulas convencionalmente tradicionais com uso do livro didático e explicações no quadro de giz pelo professor; 36,4% em aulas tradicionais com uso do livro didático, explicações no quadro de giz e atividades dinâmicas; 18,2% em aulas diversificadas com participação efetiva dos estudantes nos processos de aprendizagem (FIGURA 48).



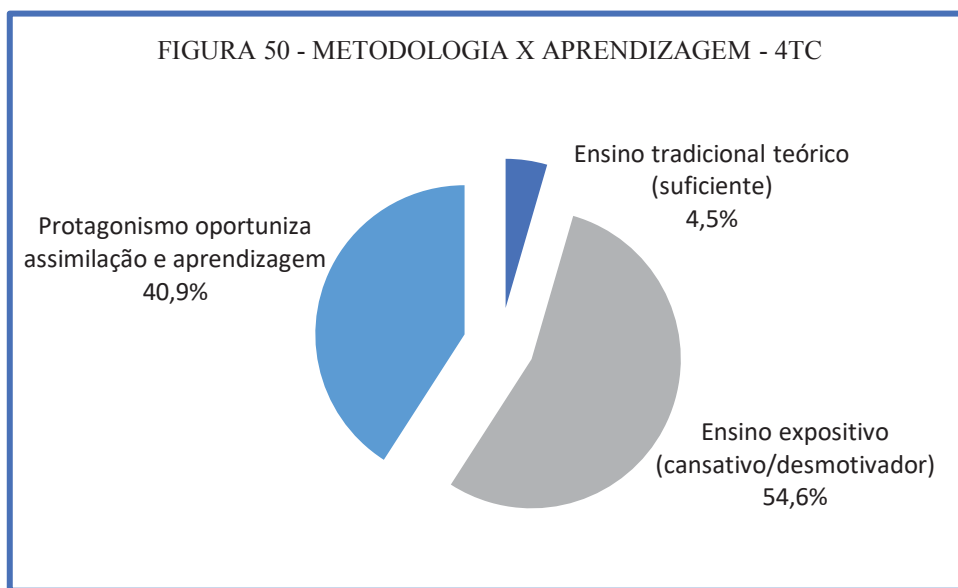
FONTE: O autor (2019).

Sobre a inativação do laboratório, os estudantes revelaram no instrumento de coleta de dados que 4,5% consideraram que a desativação do laboratório não gerou nenhum problema porque alegaram que o espaço não era utilizado na escola; 40,9% consideraram o problema da impossibilidade de realização de aulas práticas experimentais e de investigação e 54,6% consideraram na perda da qualidade das aulas por indispor o laboratório para aulas experimentais (FIGURA 49).



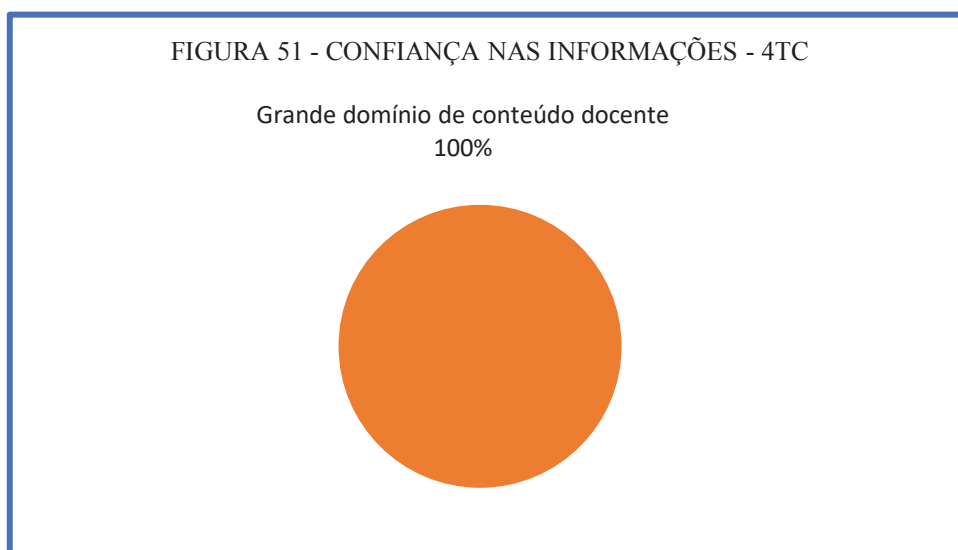
FONTE: O autor (2019).

Considerando-se as metodologias aplicadas nas aulas de Biologia, 4,5% dos estudantes informaram que o ensino tradicional transmitido pelo professor de forma teórica é suficiente para o aprendizado; 54,6% que o ensino tradicional por ser muito expositivo é cansativo e desmotivador e 40,9% que a participação ativa nas práticas, oportuniza a assimilação e a aprendizagem (FIGURA 50).



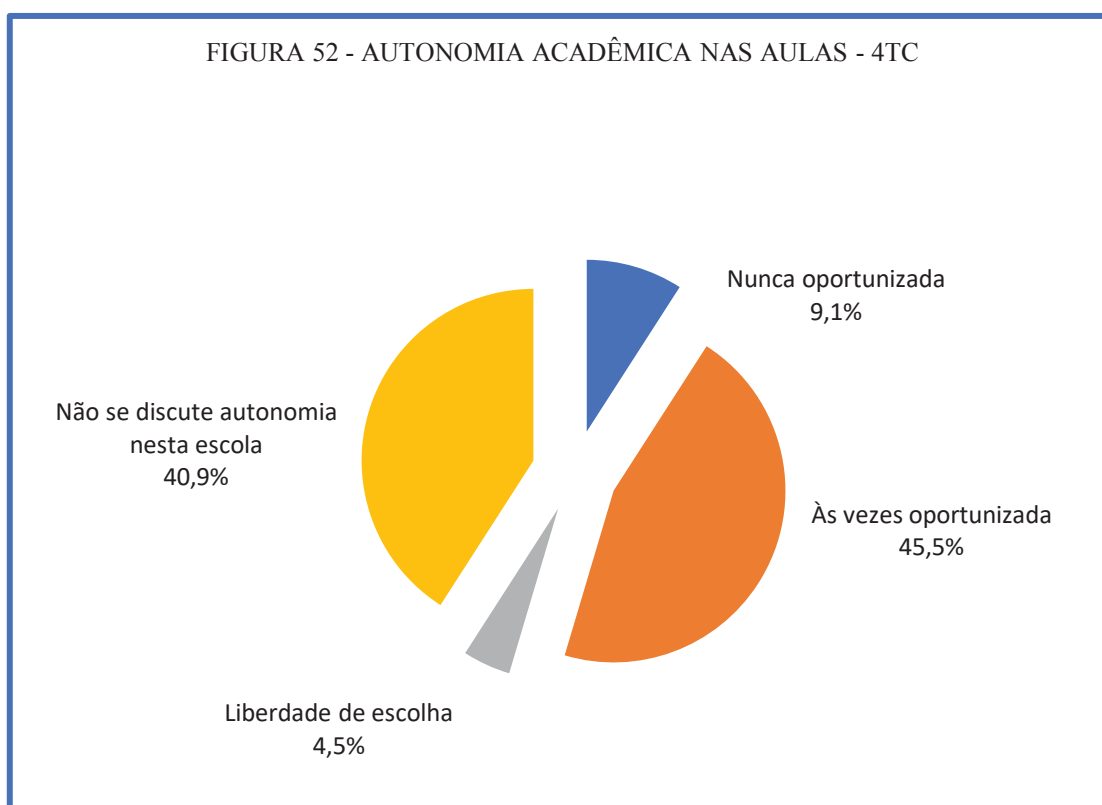
FONTE: O autor (2019).

Considerando-se as informações recebidas nas aulas de Biologia, os estudantes acreditam no percentual de 100% na confiança das informações serem de grande domínio pelo professor regente de classe (FIGURA 51).



FONTE: O autor (2019).

Quanto à autonomia acadêmica para desenvolver atividades nas aulas de Biologia, os estudantes participantes da pesquisa consideram-se entre os 9,1% que nunca tiveram autonomia para realizar atividades nas aulas de Biologia; entre os 45,5% que às vezes tiveram autonomia para decidir sobre as atividades que faziam em Biologia; entre os 4,5% que sempre tiveram a liberdade para escolher as atividades de aprendizagem em Biologia e entre os 40,9% os que consideram que não se discute autonomia para a participação nas aulas de Biologia desta escola (FIGURA 52).

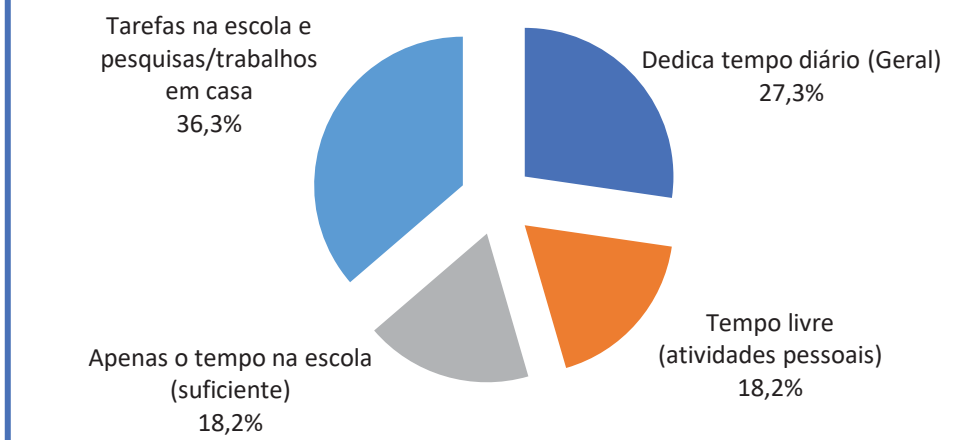


FONTE: O autor (2019).

Quanto à dedicação acadêmica, 27,3% dedica um tempo diário aos estudos de forma geral; 18,2% dedicam o tempo livre para outras atividades pessoais; também 18,2% dedicam a atenção aos estudos apenas na escola e de forma suficiente e 36,3% que fazem as tarefas na escola, destinando o tempo em casa apenas para trabalhos e pesquisas escolares (FIGURA 53).



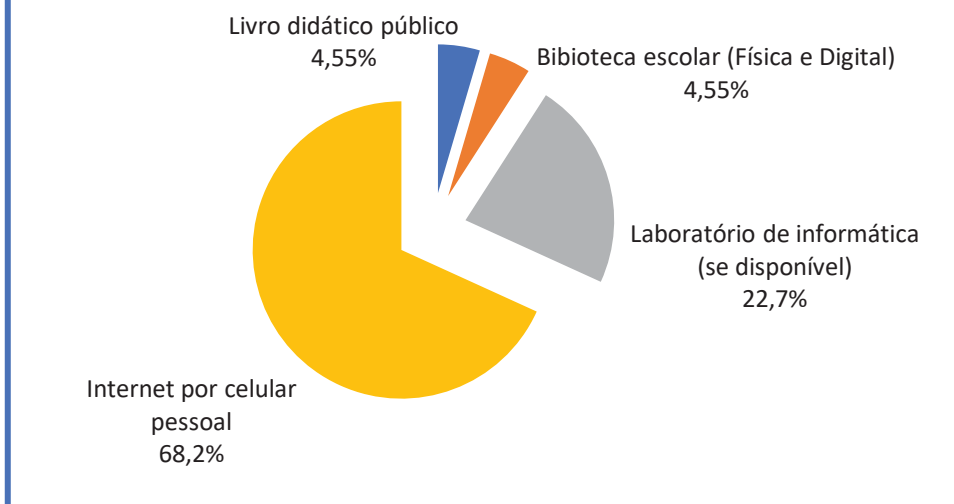
FIGURA 53 - DEDICAÇÃO ACADÊMICA NO ESTUDO - 4TC



FONTE: O autor (2019).

Considerando-se os recursos de pesquisa dos quais os estudantes participantes da pesquisa dispunham, 4,55% informaram possuir o livro didático público fornecido pelo governo federal, mediante prévia escolha docente; outros mesmos 4,55% informaram usar a biblioteca do colégio, que possui um bom acervo bibliográfico e recursos de busca digital para os estudos complementares; 22,7% que utilizam o Laboratório de Informática quando este não é utilizado para as aulas do ensino profissional e 68,2% que acessam a rede mundial a partir de aplicativos dos seus aparelhos de telefonia celular (FIGURA 54).

FIGURA 54 - RECURSOS PESQUISA ACADÊMICA - 4TC



FONTE: O autor (2019).

### 5.1.3 Considerações sobre o perfil sócio educacional dos participantes

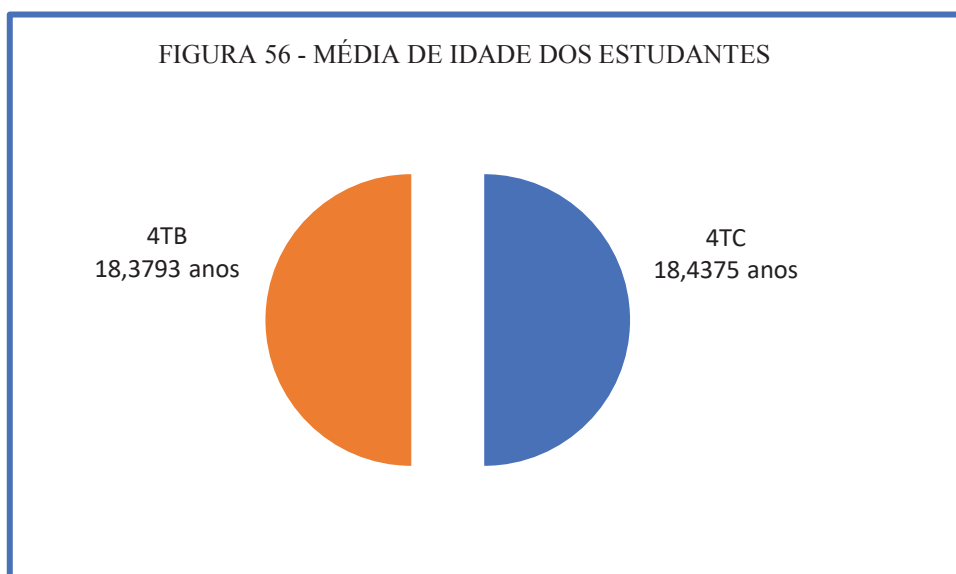
Os valores percentuais, ora apresentados, constituem a média atribuída aos resultados dos perfis das turmas 4TB e 4TC.

Quanto ao sexo os participantes da pesquisa distribuíram-se em 10 femininos e 14 masculinos na turma 4TB e 13 femininos e 9 masculinos na turma 4TC, compondo-se uma igualdade absoluta pela casualidade (FIGURA 55).



FONTE: O autor (2019).

O perfil acadêmico determinou-se como jovem entre 17 e 27 anos, havendo apenas dois estudantes adolescentes em via de completar aniversário para a maioridade, sendo uma condição similar aos estudantes de terceiro ano que apresentam-se pela faixa etária dos 18 anos, correspondendo com os participantes de outras pesquisas no ensino médio (NETO; DINIZ, 2016). A média de idade dos participantes desta pesquisa pode ser observada na FIGURA 56.



FONTE: O autor (2020).

NOTA: Média de idade dos estudantes obtida com base no SERE na data de 11/11/2019.

Realizando-se, em separado, a média de idade dos estudantes das turmas participantes no estudo, obteve-se que a Turma 4TB contendo estudantes na faixa dos 17 aos 22 anos, apresentou a média de 18,3793 anos. Enquanto a turma 4TC contendo estudantes na faixa dos 17 aos 27 anos, apresentou a média de 18,4375 anos. Assim, considerando-se o arredondamento para uma casa decimal, ambas as turmas não apresentaram diferença para a média de idades, ficando com o valor igual de 18,4 anos.

Retomando-se a metodologia da média única para a análise dos fatores socioeducacionais entre as turmas e considerando-se a distância de domicílio até o colégio com perímetro a partir dos 3 km, compreendeu-se o total dos 63,8% dos participantes, presumivelmente condicionado ao tipo de oferta de ensino profissional, pois outras escolas localizadas muito mais próximas dos domicílios oferecem apenas a educação básica com Ensino Médio e muitos jovens buscam na formação técnica, o encaminhamento para o campo de estágio, como forma de alcançar o primeiro contato com o mercado de trabalho.

Inserido no mundo do trabalho por diferentes frentes, desde ocupantes em estágio, a autônomos, sendo em sua maioria registrados em CTPS, indicando grande necessidade de somar o rendimento familiar em contraposição aos 8,5% que ocupam a condição de exclusividade para os estudos. Neste quesito não houve um levantamento da situação vinculada ao desemprego ou da procura por ele, dentro deste pequeno percentual.

A realidade do compromisso em exercer algum tipo de trabalho é similar ao que Kato (2006) encontrou em seu estudo, em que 70,3% dos estudantes questionados informaram a necessidade de desempenhar algum tipo de atividade remuneratória para compensar sobre as

despesas da família, indicando que este fator contribui seriamente no comprometimento ao tempo de estudo escolar. Esta condição, se estabelecida a média entre as turmas neste estudo, nos fornece o dado que 91,5% dos participantes equiparados, buscam o ensino profissional como estratégia de inserção no mundo do trabalho, seja pela necessidade pessoal ou familiar.

O estudante do CEDAFB – EFMNP do curso profissional, em sua formação técnica, tem entre seus componentes da grade curricular, disciplinas como Gestão de Pessoas e Projetos, entre outras. Estas, ao longo do curso, exploram muito o trabalho coletivo para o qual elaboram seu Plano de Empresa na forma de Trabalho de Conclusão de Curso. Este é um fator que pode ter contribuído para o desenvolvimento da proposta em ambas as turmas participantes. Pois como argumentam, para o desenvolvimento de inteligências é necessário o enfrentamento em situações que os coloquem em superação com a capacidade de identificar problemas e sugerir soluções (FERREIRA; CARVALHO, 2012).

Considerando-se, no contexto do perfil constituído, os aspectos mais pedagógicos aos quais se identifica inserido, levantou-se a média de 70,1% que as aulas oferecidas são voltadas ao clássico ensino tradicional; 97,9% admitindo-se confiança absoluta em que o professor transmite de informações (preocupante); 58,4% admitiu-se que nas aulas de Biologia exercem algum tipo de autonomia no desenvolvimento destas (considerado o período anterior a este estudo), sendo os recursos mais utilizados o acesso à internet via smartphone pessoal (55%) e 19,7% para o acesso ao Laboratório de Informática (considerando-se a ausência de laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas).

Quanto à dedicação pessoal ao estudo e formação, próximo dos 30%, em média, dedica o tempo apenas no colégio de forma suficiente e 34,8% indicou que o tempo de casa é só destinado às pesquisas ou trabalhos do colégio.

Embora seja estudante na educação profissional, com habilitação técnica e em vias de conclusão de curso, apresentou-se como indeciso quanto ao que fazer após a finalização do nível básico de ensino, isto para 78,7% dos participantes da pesquisa, caracterizando um dado muito relevante para análise mais dedicada por conta da coordenação do curso e do corpo docente envolvido nas questões da formação técnica.

A partir das informações levantadas para a composição do perfil acadêmico, buscou-se a verificação da existência de diferenças significativas socioeducacionais entre os dois grupos participantes no estudo, conforme dados na TABELA 1.

TABELA 1 – PERCENTUAIS MAIS RELEVANTES DOS DADOS SOCIOEDUCACIONAIS		
Resumo dos fatores atribuídos na análise	% GCMT 4TB	%GEMA 4TC
Ocupação profissional durante o curso técnico.	87,5	95,5
Continuidade nos estudos em nível superior após finalização do curso.	20,8	13,6
Residente a uma distância de perímetro superior a 2 km do colégio.	45,8	81,8
Deslocamento com veículo automotor próprio até o colégio.	16,6	36,4
Estudantes no colégio desde o início do curso técnico integrado ao E.M.*	33,3	45,4
Tempo de estudo dedicado exclusivamente no colégio (suficiente).	41,7	18,2
Aparelho celular como principal recurso de pesquisa utilizado.	41,7	68,2
FONTE: O autor (2020).		
NOTA: *E.M. – Ensino Médio.		

Os dados da TABELA 1 foram submetidos ao Teste F para a verificação da existência ou não de diferença significativa entre as variâncias dos grupos analisados, conforme apresentado na TABELA 2.

TABELA 2 – TESTE-F: DUAS AMOSTRAS PARA VARIÂNCIAS DOS PERCENTUAIS DOS DADOS SOCIOEDUCACIONAIS ANALISADOS		
Resumo	% GCMT 4TB	%GEMA 4TC
Média	41,05714	51,3
Variância	541,4895	990,5367
Observações	7	7
gl	6	6
F	0,546663	
P(F<=f) uni-caudal	0,240545	
F crítico uni-caudal	0,233434	
FONTE: O autor (2020).		

O resultado do Teste-F apresentou um p-valor (tabelado) =  $F = 0,546663 > 0,05$  atribuído na significância, logo, não se rejeita  $H_0$ , interpretando-se que não apresentam diferenças significativas entre os dois grupos de estudantes, tratando-se como um caso de variâncias supostamente iguais e revelando uma relevante informação para a aplicação posterior, conforme demonstra-se na TABELA 3.

TABELA 3 – TESTE-t: DUAS AMOSTRAS PRESUMINDO VARIÂNCIAS EQUIVALENTES

Resumo	% GCMT 4TB	%GEMA 4TC
Média	41,05714286	51,3
Variância	541,4895238	990,5367
Observações	7	7
Variância agrupada	766,0130952	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	12	
Stat t	-0,692368085	
P(T<=t) uni-caudal	0,250942403	
t crítico uni-caudal	1,782287556	
P(T<=t) bi-caudal	0,501884806	
t crítico bi-caudal	2,17881283	

FONTE: O autor (2020).

Conforme o resultado apresentado no Teste-t de Student em que obteve-se o p-valor (tabelado) = 0,250942403 > 0,05 atribuído na significância tabelada, não se rejeita a  $H_0$ , ou seja, o resultado comporta que não existe diferença significativa socioeducacional entre as médias dos dois grupos de estudantes participantes no estudo que permitiu a realização desta pesquisa.

## 5.2 EDITAIS DE DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES

Finalizada a aplicação do pós-teste, disponibilizou-se o resultado de desempenho, podendo ser consultado através de número identificador (sigiloso), em condição de assegurar a confidencialidade das informações. Este codificado não apresenta correspondência com ele de identificação do CGM (Cadastro Geral de Matrícula), segundo o qual os estudantes se apresentam ordenadamente no livro de registros de classe para cada turma.

A FIGURA 57 apresenta um quadro didático para a apresentação dos resultados de acertos e notas obtidas pelos estudantes da turma 4TB após a correção do pré-teste, afixado no edital interno da sala de aula em 13/12/2019.

A FIGURA 58 apresenta o mesmo tipo de quadro didático para a apresentação dos resultados de acertos e notas obtidas pelos estudantes da turma 4TB após a correção do pós-teste, afixado no edital interno da sala de aula, também no dia 13/12/2019.

FIGURA 57 – RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PRÉ-TESTE – TURMA 4TB

Número da QUESTÃO=>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Acertos x Estudante	NOTA
Estudante 01																					8	4,0
Estudante 02																					8	4,0
Estudante 03																					9	4,5
Estudante 04																					5	2,5
Estudante 05																					5	2,5
Estudante 06																					2	1,0
Estudante 07																					3	1,5
Estudante 08																					3	1,5
Estudante 09																					5	2,5
Estudante 10																					6	3,0
Estudante 11																					7	3,5
Estudante 12																					10	5,0
Estudante 13																					7	3,5
Estudante 14																					7	3,5
Estudante 15																					7	3,5
Estudante 16																					2	1,0
Estudante 17																					8	4,0
Estudante 18																					7	3,5
Estudante 19																					9	4,5
Estudante 20																					3	1,5
Estudante 21																					9	4,5
Estudante 22																					12	6,0
Estudante 23																					5	2,5
Estudante 24																					4	2,0
Acertos POR QUESTÃO	5	11	10	4	9	6	6	5	11	7	8	5	6	6	6	8	14	12	11	1	$\Sigma=151$	

FONTE: O autor (2019).

NOTA: Lacunas em branco correspondem às questões em que não houve acertos.

FIGURA 58 – RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PÓS-TESTE – TURMA 4TB

Número da QUESTÃO=>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Acertos x Estudante	NOTA
Estudante 01																					15	7,5
Estudante 02																					14	7,0
Estudante 03																					13	6,5
Estudante 04																					10	5,0
Estudante 05																					11	5,5
Estudante 06																					11	5,5
Estudante 07																					12	6,0
Estudante 08																					10	5,0
Estudante 09																					12	6,0
Estudante 10																					14	7,0
Estudante 11																					15	7,5
Estudante 12																					17	8,5
Estudante 13																					14	7,0
Estudante 14																					13	6,5
Estudante 15																					11	5,5
Estudante 16																					9	4,5
Estudante 17																					14	7,0
Estudante 18																					12	6,0
Estudante 19																					16	8,0
Estudante 20																					9	4,5
Estudante 21																					13	6,5
Estudante 22																					18	9,0
Estudante 23																					10	5,0
Estudante 24																					9	4,5
Acertos POR QUESTÃO	13	21	14	14	16	12	16	13	16	13	19	14	14	16	12	17	15	21	13	13	$\Sigma=302$	

FONTE: O autor (2019).

NOTA: Lacunas em branco correspondem às questões em que não houve acertos.

A FIGURA 59 apresenta os resultados de acertos e notas obtidas pelos estudantes da turma 4TC após a correção do pré-teste, afixado no edital interno da sala de aula em 13/12/2019.



FIGURA 59 – RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PRÉ-TESTE – TURMA 4TC

Número da QUESTÃO=>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Acertos x Estudante	NOTA
Estudante 01																					6	3,0
Estudante 02																					3	1,5
Estudante 03																					3	1,5
Estudante 04																					3	1,5
Estudante 05																					4	2,0
Estudante 06																					3	1,5
Estudante 07																					6	3,0
Estudante 08																					8	4,0
Estudante 09																					7	3,5
Estudante 10																					6	3,0
Estudante 11																					6	3,0
Estudante 12																					2	1,0
Estudante 13																					3	1,5
Estudante 14																					3	1,5
Estudante 15																					7	3,5
Estudante 16																					4	2,0
Estudante 17																					9	4,5
Estudante 18																					3	1,5
Estudante 19																					5	2,5
Estudante 20																					2	1,0
Estudante 21																					7	3,5
Estudante 22																					8	4,0
Acertos POR QUESTÃO	2	8	6	1	5	4	3	6	8	4	3	10	7	6	4	3	14	5	5	4	$\Sigma = 108$	

FONTE: O autor (2019).

NOTA: Lacunas em branco correspondem às questões em que não houve acertos.

O mesmo padrão é apresentado para o resultado do pós-teste na FIGURA 60.

FIGURA 60 – RESULTADOS DE ACERTOS E NOTAS NO PÓS-TESTE – TURMA 4TC

Número da QUESTÃO=>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Acertos x Estudante	NOTA
Estudante 01																					16	8,0
Estudante 02																					10	5,0
Estudante 03																					13	6,5
Estudante 04																					12	6,0
Estudante 05																					15	7,5
Estudante 06																					13	6,5
Estudante 07																					15	7,5
Estudante 08																					17	8,5
Estudante 09																					15	7,5
Estudante 10																					14	7,0
Estudante 11																					16	8,0
Estudante 12																					9	4,5
Estudante 13																					13	6,5
Estudante 14																					15	7,5
Estudante 15																					17	8,5
Estudante 16																					15	7,5
Estudante 17																					18	9,0
Estudante 18																					12	6,0
Estudante 19																					16	8,0
Estudante 20																					10	5,0
Estudante 21																					16	8,0
Estudante 22																					19	9,5
Acertos POR QUESTÃO	18	19	11	19	20	17	9	19	10	20	11	19	19	10	9	22	18	18	19	9	$\Sigma = 316$	

FONTE: O autor (2019).

NOTA: Lacunas em branco correspondem às questões em que não houve acertos.

### 5.3 ATIVIDADES PRÉ PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES

#### 5.3.1 A aula de vídeo como estratégia incentivadora ao diálogo

A turma 4TC, estabelecida como Grupo Experimental, teve seus procedimentos iniciados com a apresentação do vídeo sobre o Ciclo do Nitrogênio<sup>11</sup>. Tendo-se o propósito de introduzir de forma sucinta o conteúdo a ser explorado. Após a apresentação do vídeo deu-se início a uma sessão de diálogos entre os participantes, começada após a reprise do recurso audiovisual, condição solicitada pelos estudantes.

Através da conversa dialogada provocaram-se as curiosidades entre os estudantes, que, de imediato, queriam as respostas para as suas dúvidas, buscando-se sempre a interação com o regente de classe, permanentemente sob a manutenção de orientador e prestando a facilitação pela mediação no diálogo.

Este momento caracterizou um desconforto ao grupo de estudantes, que já migraram para o acesso mais fácil e imediatista, adotando-se a estratégia de consulta para dúvidas, a ferramenta do buscador da internet *Google*. Neste momento, orientou-se para a cautela na atitude, mas sem que o mediador dissesse o motivo, quando novamente os estudantes argumentaram as facilidades da tecnologia, valendo-se para o uso da ferramenta.

Foi interessante que, entre o diálogo, os próprios estudantes recordaram os ensinamentos de outros professores do curso, que já haviam alertado para a natureza da confiabilidade de dados para informações obtidas em sítios seguros, em virtude do excesso de conteúdos disponíveis na *Web*. Isso corrobora o que diz Serra (2006), sobre a necessidade em se fazer uma seleção criteriosa dos conteúdos para serem extraídos da internet, de forma que a origem e a confiança dos dados sejam asseguradas.

Por fim, os estudantes foram incentivados a analisarem três questões direcionadoras para a resolução de uma resposta de consenso de grupo. Sendo as questões instigadoras:

1. Qual o papel dos microrganismos do solo no processo de ciclagem do Nitrogênio?
2. Quais são as condições biológicas para que o processo de fixação de Nitrogênio ocorra na natureza?

---

<sup>11</sup> Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – Ciclo do Nitrogênio. IMPEvideoseduc. 30 set.2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 de out. 2019.

3. Como você imagina a possibilidade de estudar este assunto na sala de aula de uma forma mais interessante?

Recursos didáticos: Livro didático de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata; Mídia contendo vídeo sobre a temática do Ciclo do Nitrogênio; projetor de mídia; *Notebook*; *Smartphone* pessoal (próprios dos estudantes) e material escolar pessoal.

### 5.3.2 Entre a situação-problema e a elaboração de hipóteses

Segundo Talarico et al. (2007), a participação do estudante na vivência do método científico deve oportunizar o desenvolvimento de um processo construtivo do saber escalado, passo-a-passo, dentro do tempo necessário à sua apropriação de forma gradual.

Seria relevante a participação dos estudantes em etapas que antecederam a inclusão destes, mas para atender o protocolo de anuência com o CEP/SD foi necessário promover o cultivo do *Trifolium repens* pelo autor, sem o envolvimento dos estudantes.

Assim, cultivou-se a planta de abril a novembro de 2019, sob três condições diferenciadas de tratamento e com rega por cinco dias da semana, obedecendo a disposição apresentada (NPK: Nitrogênio, Fósforo e Potássio \_\_ - \_\_ - \_\_ = XX-XX-XX):

- a) no vaso 1 aplicou-se o fertilizante na formulação 15-0-0 com diluição para 100 mL em uso semanal;
- b) no vaso 2 regou-se exclusivamente com água, sem aditivo algum;
- c) no vaso 3 aplicou-se o fertilizante na formulação 4-14-8 com diluição para 100 mL em uso semanal;

Estes produtos utilizados como fertilizantes podem ser obtidos diretamente nas casas do ramo como floriculturas, com formulações variadas de acordo com os fabricantes. A combinação numérica refere-se à concentração NPK, para Nitrogênio, Fósforo e Potássio distribuídos na amostra, mas que apresenta outros elementos agregados, como já apresentados anteriormente no item 4.1.3.

Inicialmente apresentaram-se três amostras plantadas de *Trifolium repens* para que os estudantes procedessem às observações sobre a variedade cultivada. Tomou-se o cuidado para não repassar informações sob as condições preliminares de cultivo, evitando influenciar nas observações e percepções dos mesmos (FIGURA 61).

Na continuidade, a turma foi dividida em três equipes, elegendo-se um representante para sortear um número correspondente a cada vaso numerado que continha o cultivar plantado exposto. Superada esta etapa, os estudantes realizaram observações e registros comparativos entre as plantas do vaso sorteado e as demais, dos outros dois vasos (FIGURA 62).

FIGURA 61 - AMOSTRAS CULTIVADAS NA HORTA: *Trifolium repens*



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 62 - OBSERVAÇÕES PARA OS REGISTROS COMPARATIVOS



FONTE: O autor (2019).

As equipes reunidas e tomadas de seus registros e observações estabeleceram a dialógica após a apresentação da situação-problema que segue, interagindo para a elaboração de suas hipóteses.

Pensar criticamente é um exercício que requer um ambiente de tranquilidade para a concentração, portanto, foi de elementar condição a garantia da harmonia para que os pensamentos e conversas dialógicas pudessem fluir na percepção investigativa oferecida às equipes.

Apresentar enunciado envolvendo situações que possam trazer para a dialógica da sala de aula assuntos e conteúdos que permitam a exploração e contextualização, caracteriza um caminho alternativo para provocar, no bom entendimento de provocação, o estudante ao raciocínio. Quando essa abordagem é sugerida à grupos, permite que a contribuição colaborativa seja socializada ampliando a oportunidade de convivência e de participação, maximizando as potencialidades e minimizando as dificuldades.

A situação-problema autoral exposta ao grupo promoveu o momento determinante para o desenvolvimento da concepção investigativa. Ela foi entregue impressa em ½ folha tamanho A4 para que cada estudante tivesse acesso ao enunciado e pudesse acompanhar a leitura analítica.

O enunciado da situação-problema apresentou o seguinte texto do autor (2019):

*Sabendo-se que o Nitrogênio é um elemento químico essencial para a formação das proteínas dos seres vivos e estando presente como maior componente do ar atmosférico que nos rodeia, entre 78 e 80%.*

*Estando também relacionado às associações harmônicas envolvidas entre plantas da família das leguminosas e bactérias, genericamente denominadas por rizóbios.*

*Considerando-se, ainda que estes microrganismos ao viverem associados às raízes dessas plantas estabelecendo o mutualismo (um tipo de relação ecológica interespecífica) apresentam como especial “moeda de troca” o Nitrogênio.*

*Sendo os rizóbios, bactérias que infectam a planta, desenvolvendo tumores nodulares em suas raízes, como evidenciar os benefícios promovidos pela relação entre estes organismos (rizóbios e Trevo-branco) através da fixação do Nitrogênio atmosférico, explorando a planta leguminosa escolhida e cultivada na Horta Escolar?*

Equipes reunidas, tomadas de suas observações, registros, vaso numerado com a planta cultivada e com o enunciado escrito, receberam a relevante informação de como foram as condições de cultivo da planta *Trifolium repens* antecedida à manipulação pela turma, porém, sem identificar o tipo de tratamento dispensado ao vaso de cultivo dessas plantas.

Orientou-se a turma para a atenção da correspondência respectiva entre os registros e as plantas cultivadas nos vasos numerados.

De posse das informações repassadas posteriormente aos registros e observações sobre as plantas, os estudantes foram orientados a analisar seus dados, estabelecendo as respectivas comparações entre o desenvolvimento das plantas.

Na continuidade da aula, os estudantes foram instruídos a registrarem suas hipóteses amparadas na comparação entre as plantas presentes nos três vasos disponibilizados, vinculando as informações ao enunciado da situação-problema.

Por fim, os estudantes foram orientados a anotar as hipóteses direcionadoras para a busca de dados que pudessem confirmá-las em consenso de grupo.

As hipóteses elaboradas foram assim transcritas: Hipótese 1 – “*As plantas se desenvolveram melhor, com o uso de adubação do solo porque somaram com os rizóbios, daí as plantas do vaso 2 que deve ter usado o fertilizante 4-14-8 por ter uma composição maior.*”, Hipótese 2 – “*As plantas do vaso 3 receberam pouco fertilizante e se desenvolveram menor.*”



e Hipótese 3 – “*As plantas do vaso 1 só receberam água e sem sustância tiveram o menor tamanho por isso.*”.

A dialógica prosseguiu e os estudantes decidiram por manter apenas duas hipóteses de consenso, sendo transcritas: Hipótese 1 – “*A associação da planta com o rizóbio somado ao uso do fertilizante faz o desenvolvimento ser melhor, por isso o vaso 2 recebeu o fertilizante de maior composição.*” e Hipótese 2 – “*O uso em menor quantia de fertilizante faz o desenvolvimento da planta ser menor e por isso no vaso 3 usaram a formulação de menor composição e no vaso 1 que só deram água para a plantinha, o desenvolvimento foi o pior.*”

Nesta abordagem foi possível perceber que o pensamento dos estudantes inclinou para a relação maior do efeito do fertilizante quanto à observação do desenvolvimento das plantas do que para com a provável presença de bactérias promotoras da fixação de Nitrogênio para a influência no desenvolvimento do cultivar.

Recursos didáticos: Livro didático de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata; *Trifolium repens* – (Trevo branco), planta leguminosa cultivada pelo autor; Horta Escolar; Fotocópias do enunciado (um por estudante) impresso em fonte tamanho 14 e vasos jardineira de pequeno porte para transporte das mudas para a sala de aprendizagem.

### 5.3.3 A pesquisa orientada sobre a FBN como fundamentação teórica

A pesquisa foi orientada sobre o assunto da FBN envolvendo as plantas leguminosas e as bactérias de associação mutualística no processo de formação de nódulos radiculares.

Para Thiollent (1992), defensor da metodologia da pesquisa-ação, os problemas são tratados por grupos ativamente participantes em sua abordagem investigativa. Neste sentido, alinhando-se com a metodologia ativa desenvolvida com o tema explorado nesta SD, na qual os estudantes compuseram grupos de trabalhos ativos, imbuídos na investigação, assumida em cooperação coletiva. Pois os problemas devem ser trabalhados de forma colaborativa em conjunto entre pesquisadores e participantes da pesquisa (THIOLLENT, 1992). Do mesmo modo, proposto neste desenvolvimento, para o qual o regente desempenhou a função de orientação e mediação para que os estudantes desenvolvessem ativamente as suas potencialidades de construção do seu processo de conhecimento e aprendizagem.

Os estudantes foram orientados para que as três equipes formadas na aula anterior, fossem reconstituídas só na próxima aula novamente e que, para o presente momento de trabalho colaborativo, deveriam formar quatro outras equipes de trabalho operacional.

Constituídos os quatro grupos, realizou-se um sorteio de tarefas, assim organizadas:

Tarefa equipe X – realizou pesquisa na Biblioteca Escolar sobre Exsicatas Botânicas.

Nesta tarefa os estudantes foram instigados a executarem a pesquisa, utilizando os recursos de *notebooks* para buscar informações sobre a técnica de preparação de exsicatas para conservação de exemplares botânicos.

Os estudantes procuraram através de sítios de busca, endereços eletrônicos de bancos digitalizados para consulta de exsicatas e, assim, conseguiram acessos a exemplares da planta com a qual desenvolviam o estudo de envolvimento coletivo. Ficaram surpresos por encontrar a planta digitalizada fora do Brasil, em acervo de coleções botânicas. Este momento foi interessante porque começou a despertar curiosidade e interesse pela planta entre os estudantes (FIGURA 63).

Tarefa equipe Y – realizou a pesquisa no Laboratório de Informática Escolar sobre métodos para observações de bactérias.

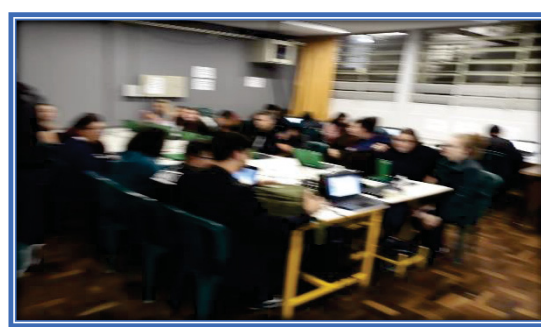
Os estudantes fizeram um levantamento sobre quais recursos básicos, dependeriam para observar bactérias no colégio. A busca envolveu técnicas básicas para preparação de lâminas microscópicas, técnicas de coloração do material biológico para observação de bactérias e materiais necessários para realizar no colégio os procedimentos (FIGURA 64).

FIGURA 63 - PESQUISA ORIENTADA  
EQUIPE X



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 64 - PESQUISA ORIENTADA  
EQUIPE Y



FONTE: O autor (2019).

Tarefa equipe W – também realizou pesquisa no Laboratório de Informática Escolar, mas o conteúdo abordou assuntos sobre o processo de fixação biológica de Nitrogênio. A busca envolveu a relação específica entre os rizóbios e as leguminosas. O grupo poderia incluir as relações com a variedade cultivada, mas a autonomia foi dos estudantes que efetuaram a pesquisa de forma geral mesmo (FIGURA 65).



Tarefa equipe Z – os estudantes foram orientados e utilizaram o tempo da aula para pesquisar por preferência entre os ambientes disponibilizados para o estudo, sendo na Biblioteca ou Laboratório de Informática. A missão ficou por conta de definirem estratégias possíveis de comparação entre o desenvolvimento das plantas cultivadas sob as três condições descritas na aula da Atividade-2. A definição das formas de registros para a composição de dados (levantamento de informações transformadas em dados para análise) ficou decidida quanto ao porte da planta e tamanho das folhas. Eles não estabeleceram informações sobre raízes, nódulos radiculares, rizóbios e flores, mas também não ocorreu mediação a favor destes itens para não haver influência externa (FIGURA 66).

FIGURA 65 - PESQUISA ORIENTADA  
EQUIPE W



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 66 - PESQUISA ORIENTADA  
EQUIPE Z



FONTE: O autor (2019).

Orientou-se devidamente as equipes a otimizar o tempo destinado ao cumprimento das tarefas, alertando-se para a observância de que as tarefas eram interdependentes, então, o compromisso e a responsabilidade eram compartilhados.

Levantaram-se as informações, os dados foram apresentados no dia seguinte. Assim, pôde-se verificar o que constou na descrição dos materiais entre os recursos necessários para a realização dos procedimentos na escola.

Recursos didáticos: Livro didático de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata; Biblioteca Escolar (esta unidade educacional conta com acervo bibliográfico e 20 *notebooks* – computadores pessoais – para acesso e consulta à rede mundial de computadores); Laboratório de Informática com 30 *notebooks* – computadores pessoais – para uso em aulas, preferencialmente liberado para uso pelas disciplinas técnicas; Horta Escolar (Vaso 1 – Vaso 2 – Vaso 3); *Smartphones* pessoais (próprios dos estudantes) e material escolar pessoal.

#### 5.3.4 Sobre o desenvolvimento do *Trifolium repens* cultivado para o estudo

Durante o procedimento de análise do desenvolvimento da leguminosa *Trifolium repens*, vulgarmente conhecida como Trevo branco, cultivada pelo autor para exploração pelos estudantes, trabalhou-se a montagem de exsicatas e registros de observações morfológicas e anatômicas do cultivar, com grande envolvimento estudantil.

Inicialmente dever-se-ia acolher os estudantes no Laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas, desinstalado naquele período da pesquisa para reforma como sala de aula clássica, por decisão da gestora. A intenção voltou-se para a adequação do espaço do laboratório em instalação maior e com ligações de esgoto corretas, mas que se acabou por impedimentos legais, não se cumprindo o propósito. Como o colégio não dispunha mais deste espaço, realizaram-se as atividades em sala de aula convencional, sendo toda adaptada, dentro da realidade escolar da conjuntura (FIGURA 67). Obviamente seria muito melhor realizar as ações dentro de espaços físicos apropriados à promoção do clima da ciência e da pesquisa aplicada, mas não se encarou este fato como um fator impeditivo ao exercício de boas práticas que favorecessem o protagonismo acadêmico na educação básica investigativa.

Assim, Lima e Garcia (2011) reafirmam esta posição de que cabe ao regente a decisão em oportunizar procedimentos científicos, valendo-se do entorno quando não existir um espaço específico e mais apropriado.

Sem pia, a sala de aula convencional contou com um balde para receber o descarte da lavagem das lâminas e uma garrafa pet com água destilada para o mesmo objetivo.

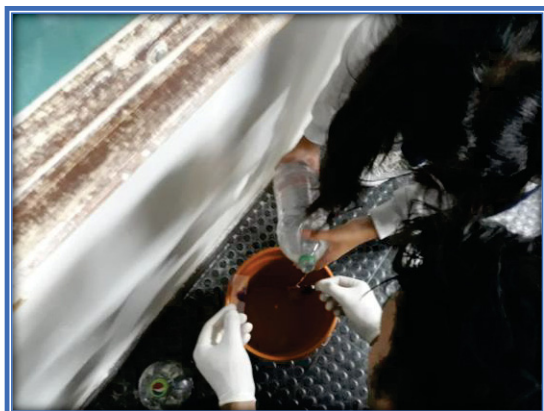
Os estudantes solicitaram a mediação do professor regente para o acompanhamento apenas durante a técnica de coloração de Gram, especialmente quanto à forma de lavar os nódulos triturados no esfregaço, fixados nas lâminas com uso de isqueiro a gás, fornecido pelo regente (não fumante). A maior preocupação acadêmica foi para o questionamento do controle do tempo de uso dos corantes. Porém, a tarefa foi desempenhada com excelência.

Vale acrescentar que os estudantes desta turma, em sua maioria, já haviam participado de outras aulas de Biologia que envolveram os procedimentos de preparação de lâminas para observação ao microscópio ótico no ano anterior. Este fator facilitou bastante a tarefa que empregou a novidade da técnica de coloração de Gram, ainda não explorada por estes estudantes.

Durante todos os procedimentos manteve-se uma caixa de primeiros socorros para uso imediato, objetivando-se minimizar os efeitos de qualquer natureza acidental que pudesse ocorrer e entregaram-se todos os instrumentais para a manipulação com muita prudência,

respeito, responsabilidade e com acompanhamento permanente pelo professor mediador (FIGURA 68).

FIGURA 67 - SALA CONVENCIONAL ADAPTADA ÀS PRÁTICAS



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 68 - CAIXA DE PRIMEIROS SOCORROS ACESSÍVEL



FONTE: O autor (2019).

Em sala de aula convencional (na ausência de laboratório), acomodaram-se os estudantes e organizaram-se em suas três equipes constituídas na aula da atividade 2 (Equipe 1, Equipe 2 e Equipe 3).

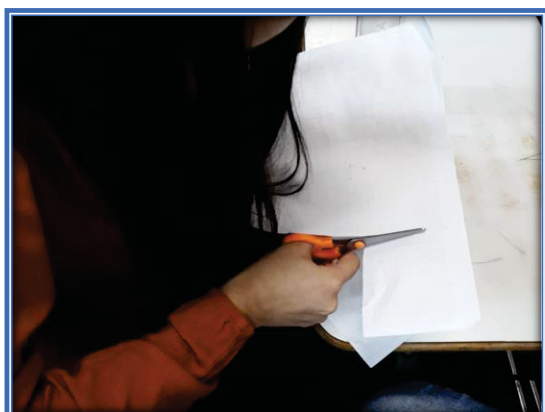
Orientaram-se os estudantes para que de posse de suas anotações e registros, dessem prosseguimento nas suas atividades, assim, estabelecidas:

Equipe 1 – Utilizou as definições estabelecidas (na aula da atividade 3) pela Equipe Z para as formas de registros e composição de dados (levantamento de informações transformadas em dados para análise).

Os estudantes analisaram inicialmente o porte da planta, os tamanhos anatômicos de folhas. Posteriormente, perceberam a necessidade em relacionar o desenvolvimento dos caules, raízes, também de observar a ocorrência de flores e de nódulos radiculares.

O protagonismo foi envolvendo todos na “atmosfera da ciência” e logo surgiu uma solução estudantil para registrar a mensuração dos dados através de imagens capturadas pelos dispositivos dos *smartphones*. A estratégia constou do uso de uma folha de papel milimetrado que foi cortada e utilizada para depositar peças anatômicas da planta para facilitar as comparações de tamanhos entre as três condições de cultivo apresentadas para análise e mensuração (FIGURAS 69 e 70).

FIGURA 69 - ESTRATÉGIAS NO PROTAGONISMO



FONTE: O autor (2019).

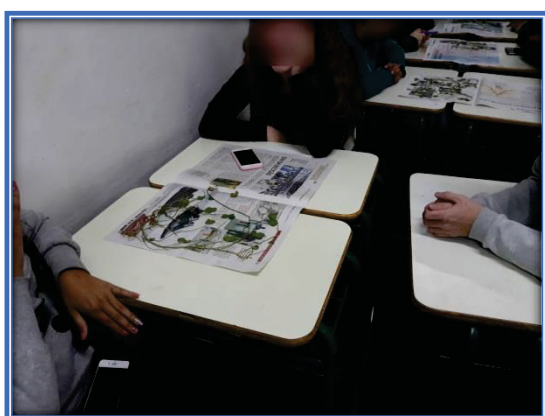
FIGURA 70 - O PAPEL MILIMETRADO NA MENSURAÇÃO DE DADOS



FONTE: O autor (2019).

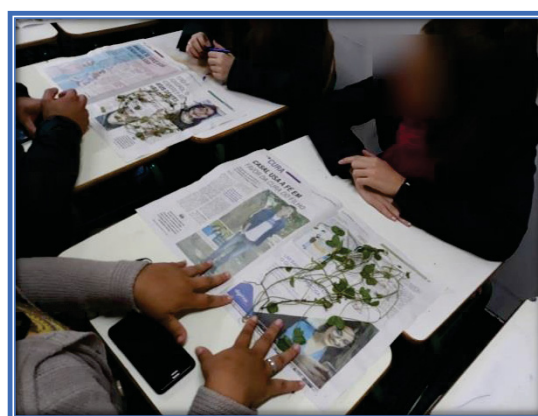
Equipe 2 – Concomitantemente e de forma conjunta, os estudantes utilizaram as informações sobre a técnica de preparação de exsicatas para conservar exemplares botânicos da planta, utilizada no estudo com a finalidade de manter o material em acervo para uso posterior. Assim, foi possível disponibilizar os exemplares em duplicatas e triplicatas, preparados pelos estudantes, para integrar a coleção botânica do acervo em nosso herbário para consulta local pedagógica e mesmo para finalidades científicas (FIGURAS 70 e 71).

FIGURA 71 - PREPARAÇÃO BOTÂNICA DAS EXSICATAS



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 72 - COLETA DE DADOS A PARTIR DAS EXSICATAS



FONTE: O autor (2019).

Equipe 3 – Os estudantes seguiram as orientações e restringiram sua coleta de dados de forma mais específica ao sistema radicular da planta *Trifolium repens*, direcionando a observação aos nódulos radiculares presentes nas amostras, sempre pautados na atenção da



procedência da planta cultivada de forma respectivamente identificada ao vaso de origem, cuidando para não misturar as amostras, organizadamente identificadas.

Os estudantes orientados, fizeram uso dos recursos disponíveis para captura das imagens, sendo disponibilizada uma Lupa Estereoscópica (FIGURA 73) e utilizando-se dos *smartphones* pessoais. As imagens foram capturadas, mas para apresentação dos resultados, as imagens são utilizadas apenas do *smartphone* do autor e deste, socializadas no grupo, para resguardar os direitos de uso de imagem (FIGURA 74).

FIGURA 73 - OBSERVAÇÃO DOS NÓDULOS RADICULARES



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 74 - LUPA ESTEREOSCÓPICA AMPLIAÇÃO 20X



FONTE: O autor (2019).

Por fim, os estudantes foram orientados a organizar os dados coletados para auxiliar nas análises e discussões posteriores.

Recursos didáticos: Sala de Aula Convencional como laboratório de pesquisa na iniciação científica; Livro didático de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata; Caixa de Primeiros Socorros; Herbário Escolar; Lupa Estereoscópica; *Notebook*; *Smartphone* pessoal (Regente de Sala); material escolar pessoal; tesoura, pinça e estilete (limitados na quantidade de duas unidades por item, fornecidos exclusivamente pelo Regente de Sala e de forma bem controlada por constituírem instrumentos de exposição ao risco).

## 5.4 RESULTADOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA PERCEPÇÃO ACADÊMICA

Caracterizaram-se, por determinação dos estudantes, as estratégias e parâmetros de mensuração dos dados, ora apresentados de forma não convencional. Estes oferecem a percepção didática do percurso formativo que permitiu o estabelecimento das correlações condutoras para o desenvolvimento da ilação final pelos participantes.

### 5.4.1 Resultados da coleta de dados

Considerando-se que as ferramentas para levantamento de dados comparativos dependentes de unidades de medidas métricas sejam notoriamente fartos, a capacidade associativa e criativa, se fez presente durante a fase inicial das abordagens práticas. O protagonismo acadêmico, sugerido e aceito pelo grupo, caracterizou-se como um importante instrumento facilitador para a coleta e levantamento de dados comparativos entre estruturas da anatomia e morfologia da variedade botânica explorada no estudo investigativo de associação entre a microbiologia de rizóbios, o processo de fixação biológica de Nitrogênio e os efeitos acompanhados no desenvolvimento da leguminosa *Trifolium repens*.

Assim, a adoção do papel milimetrado durante as etapas de registro de dados tendeu a facilitar a verificação comparativa na leitura das informações para o grupo. Deste modo, a clareza mental súbita destacada, corrobora-se no contexto de Freire (1991, p.32) que indica em sua denominação de “ímpeto criador” do ser humano, a condição que o permite ao processo de criação e recriação de respostas às imposições diversificadas do cotidiano, transformando a si e o entorno do seu universo.

#### 5.4.1.1 Comparativo do desenvolvimento das amostras cultivadas

Obtiveram-se os dados que se apresentam na forma do registro das imagens capturadas pelo dispositivo do *smartphone* disponibilizado pelo autor, as quais compuseram os resultados comparativos do desenvolvimento do *Trifolium repens*. Observe-se que, de início, o uso do papel milimetrado ainda não havia sido posto em utilização (FIGURA 75).

Os estudantes, em sua interação, conversaram, trocaram informações, sugeriram, ensinaram, à medida que aprenderam com suas comparações e contribuições. Confirmando-se a intervenção estritamente quando necessária, corroborando que cabe ao regente a mediação facilitadora mínima (BARBOSA; MOURA, 2013).

A FIGURA 75 apresentou a maneira pela qual os estudantes emitiram a sua primeira estratégia de estabelecimento comparativo entre o desenvolvimento perceptivo para as três amostras cultivadas nos três vasos utilizados para essa finalidade, caracterizando o primeiro registro documental, a partir da foto com um exemplar de cada vaso, disposto sobre a mesa.

FIGURA 75 – DESENVOLVIMENTO COMPARATIVO NO CULTIVO DE *Trifolium repens*



FONTE: O autor (2019).

NOTA: (1) – Planta de cultivo no vaso 1 = NPK 15-0-0; (2) – planta de cultivo no vaso 2 = NPK 0-0-0 e (3) – planta de cultivo no vaso 3 = NPK 4-14-8.

Em relação aos resultados comparativos, observados previamente, entre o espécime cultivado, sob as condições descritas na SD, respectivamente apresentados para o cultivo em vaso 1, vaso 2 e vaso 3, nitidamente percebeu-se a diferença no desenvolvimento da planta do vaso 2. Mas ainda “engatinhava” o processo de inserção no mundo do conhecimento para as redescobertas dos estudantes através da busca e obtenções das respostas que pudessem levá-los à compreensão dos fenômenos envolvidos.

#### 5.4.1.2. As exsicatas como fundamentação comprobatória

Pretendeu-se que os estudantes obtivessem um referencial da importância que a documentação por montagens de exsicatas oferece para o estudo, tanto no campo científico



quanto da formação educacional básica. Dentre os critérios da constituição de uma exsicata, os estudantes levantaram a relevante informação da necessidade do exemplar apresentar a estrutura anatômica da flor. No decorrer das atividades, os próprios estudantes acrescentaram em sua fala que “*a flor caracteriza que a planta atingiu, [como eles mesmo definiram], a idade madura do desenvolvimento já é adulta kkkk*”, ou seja, a idade reprodutiva.

Esta condição é relevante porque as exsicatas produzidas em parceria entre a fase inicial de seleção do material biológico, disposição cuidadosa para prensagem e desidratação partiu dos estudantes. Posteriormente a competência de finalização para inserção no acervo do Herbário Escolar ficou por conta do autor (FIGURA 76). As coleções botânicas, em suas variadas possibilidades de explorações educacionais, oferecem aprendizagens sobre a diversidade da vida (COSTA et al., 2016).

Durante a pesquisa orientada, em consulta a bancos digitalizados, os estudantes, buscaram por iniciativa, exemplares de *Trifolium repens*, localizando-os no *site* da Flora Mesoamericana<sup>12</sup> (Missouri Botanical Garden, 2019), onde observaram imagens da planta de diferentes países como Iran, Espanha, Peru, Brasil entre outros. Caracterizou-se como importante procedimento porque expandiu a curiosidade para um assunto sem muito destaque e de pouca correlação inicial, passando para atrativo e válido no processo de aprendizagem.

Através do procedimento, percebeu-se a importância das anotações dos registros, pois se observou que entre os exemplares, havia alguns sem registro, os quais se mantiveram em separado, ainda que presentes no acervo digitalizado. Também se observou que alguns exemplares não apresentavam uma boa estética na disposição, quando da prensagem em sua preparação.

Na oportunidade da pesquisa orientada, visitou-se também o banco de imagens do *site Atlas of Florida Plants*<sup>13</sup>, Atlas de Plantas da Florida (tradução nossa) (WUNDERLIN et al., 2020), onde se localizou várias exsicatas digitalizadas do estado da Florida e um exemplar da Bolívia, despertando a curiosidade que muitas das exsicatas conservaram-se de data muito antes do nascimento dos estudantes. Para Bessa (2011), as exsicatas em forma de acervo didático para as aulas de biologia do ensino médio, e no fundamental, constituem um relevante recurso pedagógico que permite maior interação e aprendizagem associativa e contextualizada com outros conteúdos.

---

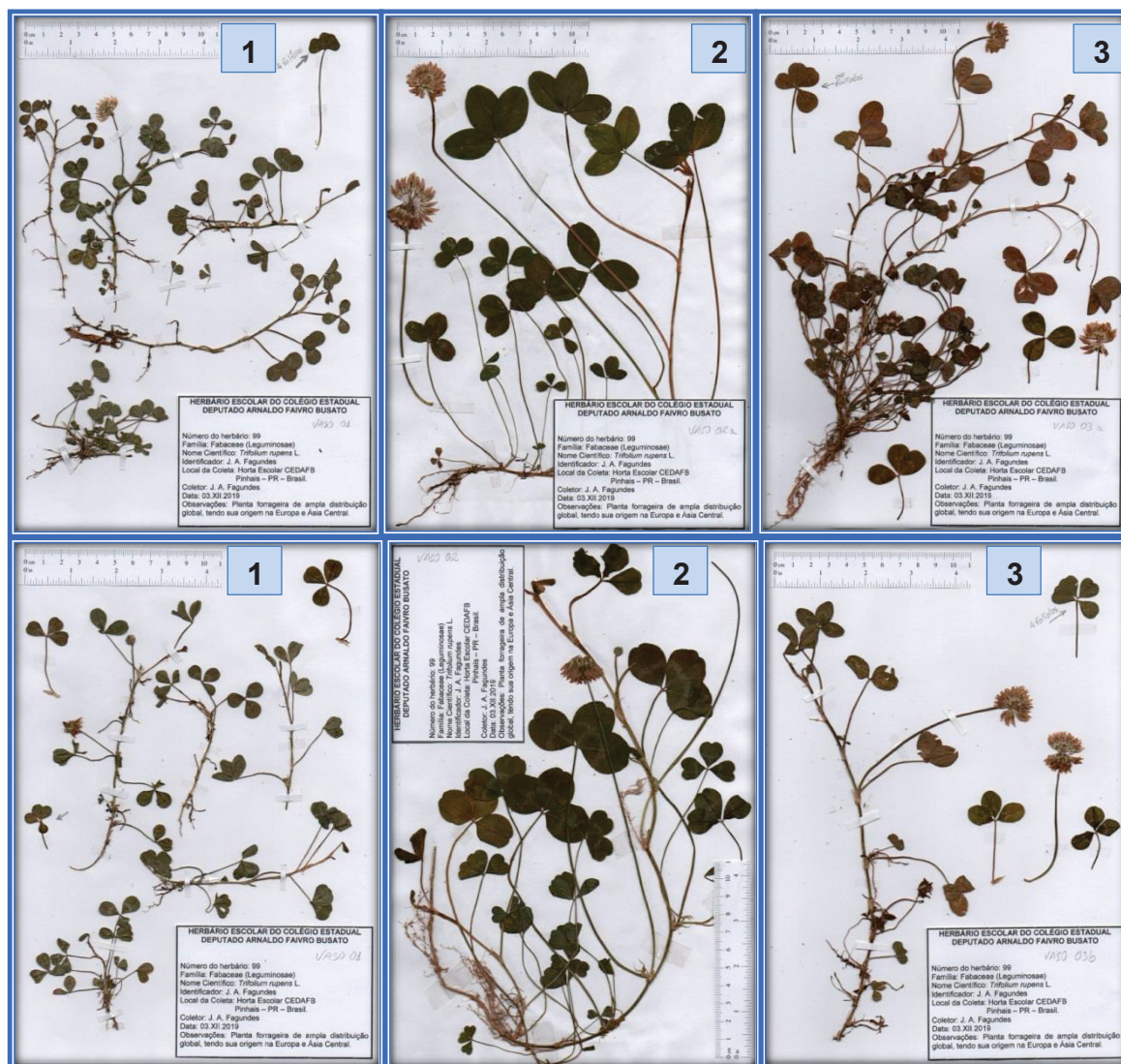
<sup>12</sup> Flora Mesoamericana, imagens, *Trifolium repens*. Disponível em:

<<http://legacy.tropicos.org/ImageSearch.aspx?projectid=3&langid=66>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

<sup>13</sup> Atlas of Florida Plants, Institute for Systematic Botany. Disponível em:

<<https://florida.plantatlas.usf.edu/Plant.aspx?id=2004>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

FIGURA 76 – MOSAICO DE EXSICATAS PARA COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: (1) – Planta de cultivo no vaso 1; (2) – planta de cultivo no vaso 2 e (3) – planta de cultivo no vaso 3.

Cada exsicata numerada (apresentada em prancha no APÊNDICE 9) correspondeu-se ao vaso de origem, bem como o tratamento para o qual se dispôs na metodologia de cultivo descrita nos procedimentos que precederam a participação dos estudantes.

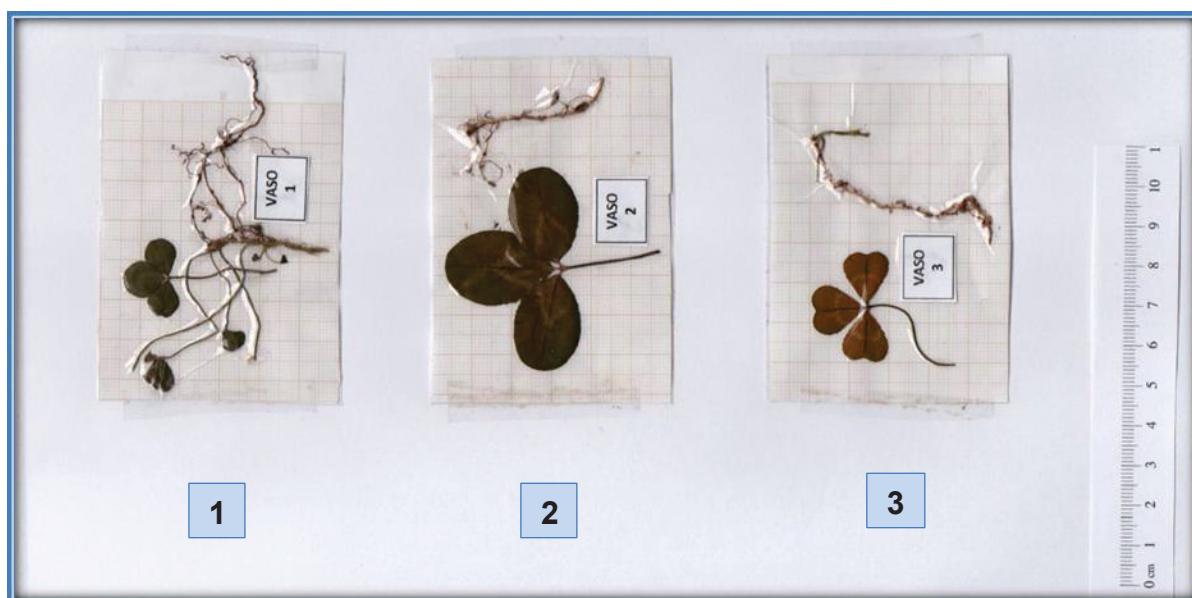
As exsiccatas foram produzidas em duplicatas, para que o acervo do Herbário Escolar mantenha documentada a experiência dos estudantes, para estudos futuros e para composição dos parâmetros comparativos na discussão das hipóteses elaboradas no decorrer do estudo.

As plantas desenvolveram-se diferentemente dentro do tratamento recebido, confirmando-se pela ocorrência das flores apresentadas, o tempo de idade equivalente, descartando-se a possibilidade de misturarem-se, equivocadamente, exemplares em diferentes estágios do ciclo biológico (plântula, reprodutivamente madura e em fase de senilidade).

#### 5.4.1.3 Comparativo da morfologia da folha do *Trifolium repens*

No desenvolvimento deste estudo, considerou-se o espécime botânico que apresenta em sua morfologia anatômica, folha classificada como composta, apresentando-se com a região do limbo dividindo-se em três folíolos típicos do trevo branco. A folha é estendida a partir da estrutura denominada pecíolo, sendo, portanto, peciolada. O pecíolo é a estrutura que se desenvolve a partir do caule rastejante e constitui parte inseparável da folha. Percebeu-se que os estudantes apresentaram nítida desvinculação da estrutura na composição da folha, pois nos resultados, apresentaram-se com destaque aos folíolos para comparar o desenvolvimento foliar (FIGURA 77).

FIGURA 77 – EXSICATAS DE FOLHAS PARA COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: (1) – Planta de cultivo no vaso 1; (2) – planta de cultivo no vaso 2 e (3) – planta de cultivo no vaso 3.

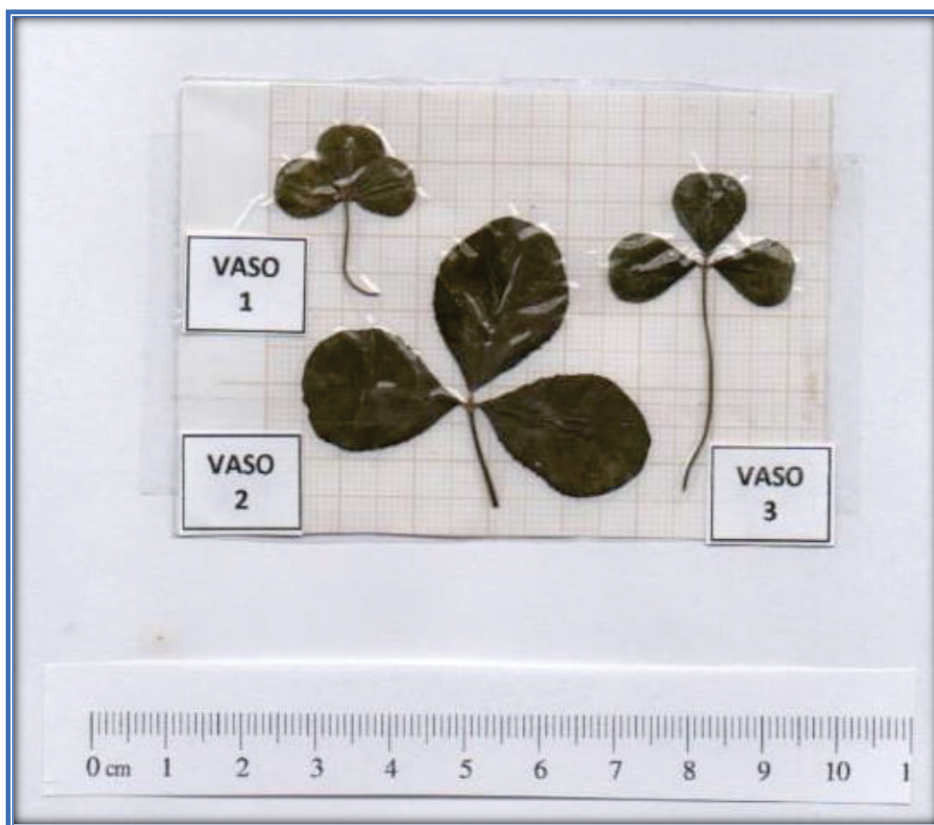
A exceção do exemplar (1), os demais apresentam folhas com pecíolos seccionados.

Na metodologia dos estudantes, empregou-se a utilização dos recortes de papel milimetrado, compondo-se cartões para auxiliar na mensuração dos dados de forma mais facilitada dentro do protagonismo educacional investigativo em ascensão.

Assim, pode-se constatar novamente os mesmos dados obtidos nas comparações iniciais, meramente visuais, com as mensuradas obtidas nas correspondências com os vasos de origem de cultivo, em 1 (vaso 1) com folíolo apresentando-se com dimensões 7mm x 10mm; em 2 (vaso 2) com folíolo apresentando-se com dimensões 19mm x 25mm e em 3 (vaso 3) com folíolo apresentando-se com dimensões 10mm x 12mm (FIGURA 78).



FIGURA 78 – COMPARAÇÃO DE CULTIVO NOS VASOS 1, 2 E 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: A indicação numérica corresponde ao vaso de cultivo.

Segundo a literatura o trevo branco (*Trifolium repens*) pode apresentar-se sob quatro tamanhos diferenciados, mas nossas amostras no estudo originam-se de uma mesma população.

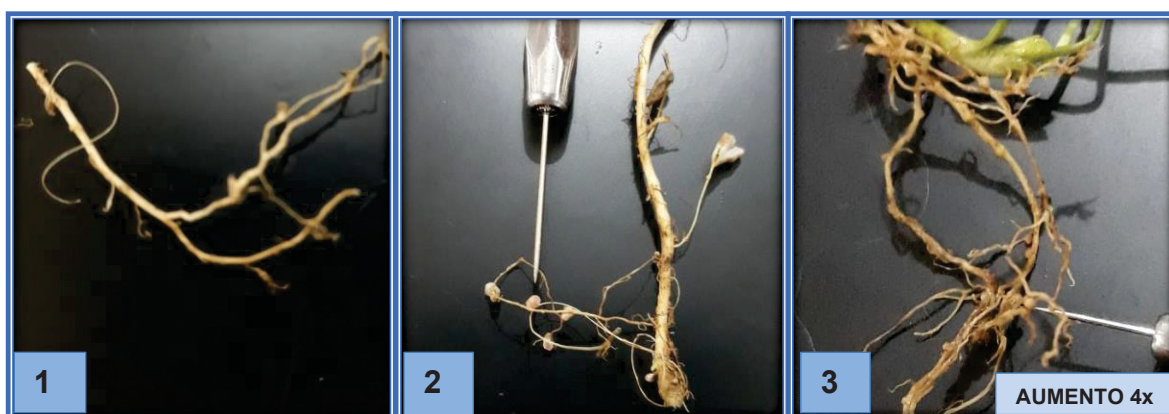
Para Mather, Melhuish e Herlihy (1995) o efeito combinado entre o processo temporal da seleção natural, seguida das preferências de melhoramento de cultivo, tem segregado o *Trifolium repens* em genótipos de diferentes tamanhos de folhas. Essa prática diversifica a possibilidade de usos do cultivar, pois segundo os autores, os tipos de folhas pequenas são mais bem utilizados em situações difíceis em que a persistência é importante, já os tipos grandes mais indicados para pastagens leves e completam que o tipo de trevo branco de folhas de tamanho intermediário, variedade comercial “Pastagem Huia”, tem sido a espécie de maior uso.

Para García (2004), o fator determinante para o cultivo do *Trifolium repens* está condicionado ao fenótipo do cultivar que pode ser reconhecido habitualmente em quatro expressões classificadas em quatro grandes grupos de acordo com o tamanho da folha em pequena, média, grande e de forma gigante, também conhecido como trevo Ladino, desenvolvido em áreas temperadas dos EUA.

#### 5.4.1.4 Identificação e observação de nódulos radiculares

Os nódulos radiculares em *Trifolium repens* não foram observados ou foram raramente observados em plantas cultivadas no vaso 1, conforme tratamento descrito nos procedimentos precedidos da manipulação dos estudantes. No vaso 2 a ocorrência foi nítida e no vaso 3 a ocorrência foi de menor expressão, conforme apresentado nas FIGURAS 79 e 80.

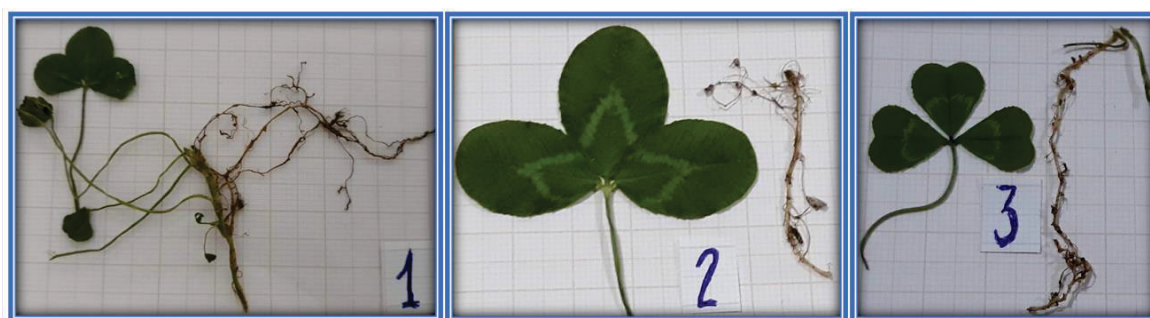
FIGURA 79 – MOSAICO DE COMPARAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR – CULTIVO VASOS 1, 2 E 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: (1) – Planta de cultivo no vaso 1 com fertilizante NPK 15% N, sem nódulos visíveis; (2) – planta de cultivo no vaso 2 com água, sem fertilizante 0% N, nódulo indicado pelo estilete e (3) – planta de cultivo no vaso 3 com fertilizante NPK 4%N, nódulo indicado pelo estilete.

FIGURA 80 – COMPARAÇÃO FOLIAR-RADICULAR DOS VASOS 1, 2 E 3



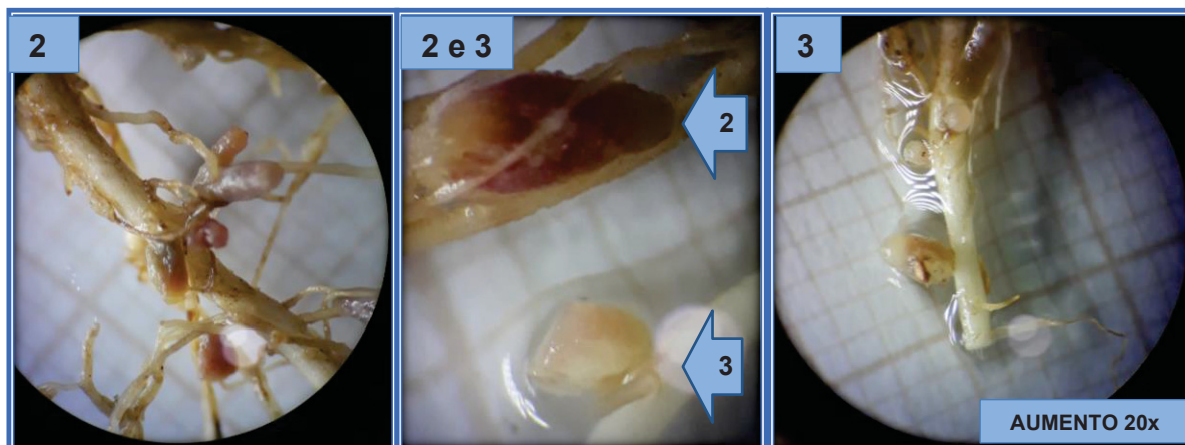
FONTE: O autor (2019).

NOTA: A indicação numérica corresponde ao número do vaso de cultivo do exemplar.

Durante as análises comparativas dos estudantes, observou-se também uma diferença entre a coloração dos nódulos entre as plantas cultivadas nos vasos 2 e 3. Nas plantas cultivadas no vaso 2, regado apenas com água, a coloração dos nódulos apresentou-se mais escura, tendendo à tonalidade rosada. Enquanto para as plantas cultivadas no vaso 3, sob o tratamento da rega com a formulação 4-14-8 do fertilizante os nódulos, em menor quantidade e tamanho, apresentaram-se brancos ou pouco rosados em algumas partes, conforme destacam-se na

FIGURA 81, na qual os números internos referem-se aos vasos de procedência para o tipo de tratamento dispensado, ao centro, a imagem faz a junção comparativa dos extremos opostos.

FIGURA 81 – MOSAICO DE COMPARAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR – CULTIVO NOS VASOS 2 E 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Os números remetem aos vasos de cultivo dos exemplares em que foram observados os nódulos presentes e as setas indicam os nódulos rosados provenientes do vaso 2 e brancos no vaso 3.

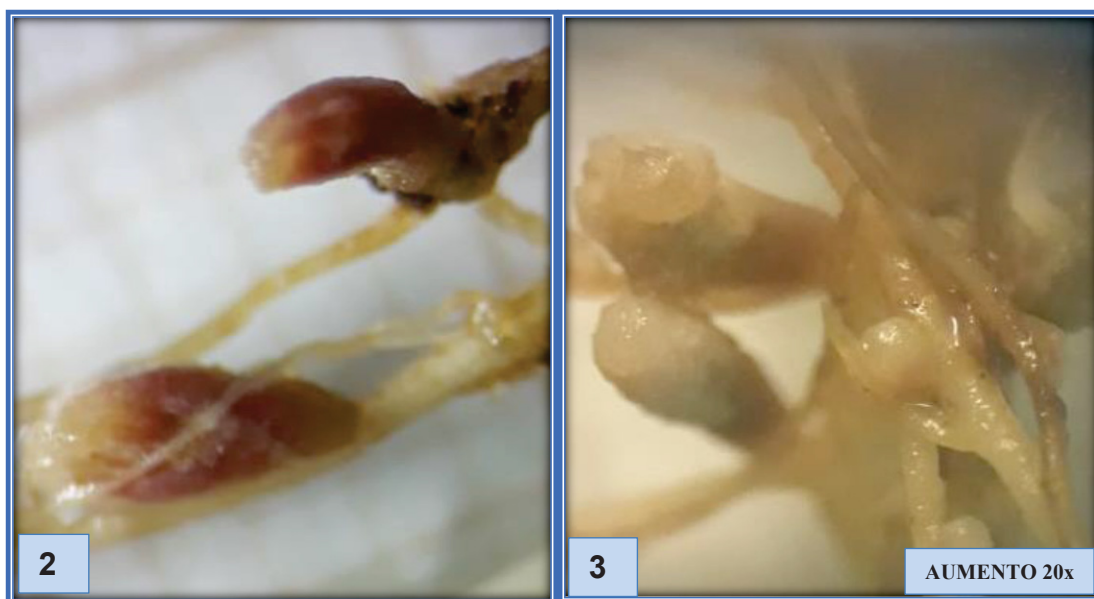
Através do recurso disponibilizado pela Lupa Estereoscópica, registraram-se as imagens apresentando a diferença entre os nódulos radiculares que se desenvolveram sob os diferentes tratamentos de cultivo. A distorção de contraste se configurou na apresentação de nódulos rosados em vaso 2 e nódulos brancos em vaso 3 (FIGURA 82). A nova situação apresentada aos estudantes causou-lhes nova perturbação, gerando consequentemente, nova necessidade de pesquisa, requerida via buscador de *internet*.

Militão (2004) apresenta diversas abordagens muito bem qualificadas para que os professores equivalentes ao ensino médio, em Portugal, promovam estratégias diferenciadas para explorar os conhecimentos relacionados às nodulações, mas, sobretudo, ao processo de FBN. No entanto, são outros recursos que não se pode comparar com o que se dispõe em condições nacionais e, porque não se ressaltar, local. Pois no CEDAFB – EFMNP, o laboratório de ciências físicas, químicas e biológicas paira na iminência, mas sem que a condição seja um impedimento absoluto para a promoção de estratégias que superem tais obstáculos educacionais. Como acrescenta Weissmann (1998), a presença do Laboratório de Ciências é algo muito importante numa escola por ser um ambiente significativo na aprendizagem.

Neste sentido, é de fundamental condição que o profissional disponha da exploração dos recursos naturais acessíveis, sem que aspectos físicos caracterizem fatores inibidores para a realização de metodologias ativas que possam incrementar o processo educacional.

A inclusão de materiais botânicos nas aulas práticas de Biologia evidenciou seu potencial aplicativo na contribuição para a melhoria da qualidade do ensino médio oferecido, despertando a aprendizagem dos participantes (BESSA, 2011). Alinhada nesta proposta, a utilização do *Trifolium repens* permitiu aos estudantes uma associação entre conteúdos biológicos botânicos, microbiológicos e de ecologia, numa vivência na rotina da ciência investigativa, contribuindo para uma formação integradora na iniciação científica.

FIGURA 82 – MOSAICO DOS NÓDULOS ROSADOS EM VASO 2 E BRANCO EM VASO 3



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Nódulos rosados obtidos em vaso 2 e nódulos brancos obtidos em vaso 3.

#### 5.4.1.5 Produção de lâminas com nódulos radiculares de *Trifolium repens*

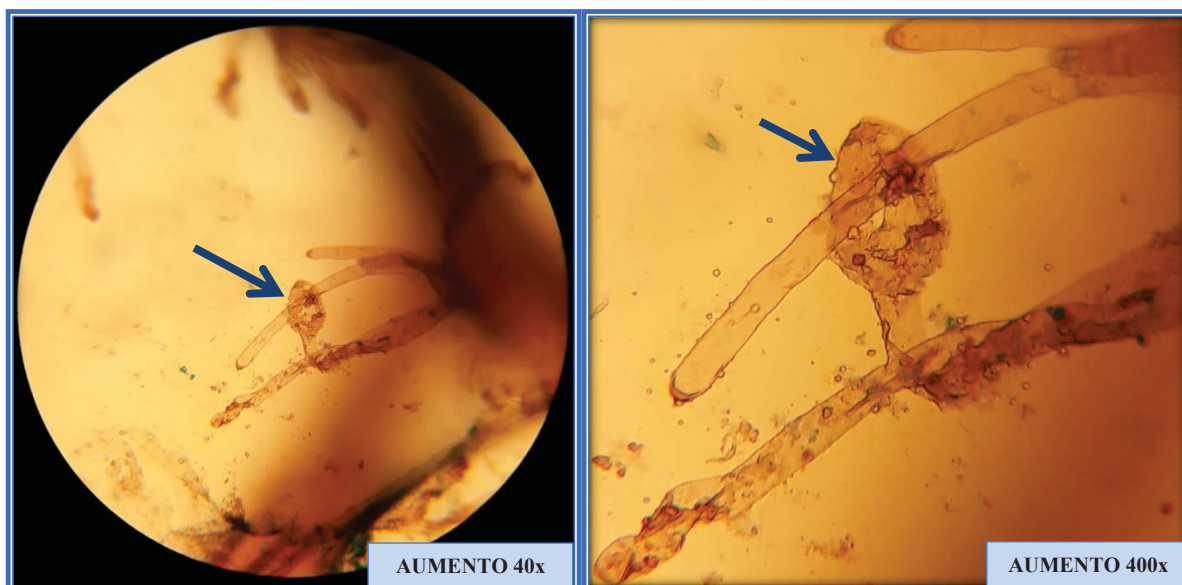
Produziram-se dois tipos de lâminas de microscopia durante o desenvolvimento da SD em construção. Os estudantes já traziam conhecimentos das aulas do ano anterior quando desenvolveram atividades de aplicação PROFBIO com o professor da série, envolvendo microscopia para observação de protozoários. Este fator possibilitou integração para aqueles estudantes que se encontraram em mudança de turno ou de escola e que porventura não tiveram as mesmas oportunidades de aprendizagens.

Desta forma, produziram-se as primeiras lâminas para observação dos nódulos radiculares através da secção, utilizando-se de micrótomo manual e da técnica em que se utiliza de isopor seccionado para apoio ao corte direto com estilete ou bisturi cirúrgico. Não se empregou a adição de nenhum corante para a observação das secções ao M.O. e os resultados podem ser acompanhados pelas figuras na sequência que segue.



No detalhe indicado pela seta (FIGURA 83) de procedência de cultivo em vaso 2, capturou-se um pelo radicular em hipertrofia parenquimatosa, caracterizado como o processo de formação do nódulo radicular na leguminosa *Trifolium repens*, posterior à infecção benéfica por rizóbios, como descrito (CARVALHO, 1946, p.18).

FIGURA 83 – PELO RADICULAR EM PROCESSO DE HIPERTROFIA PARENQUIMÁTICA



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Seta indicativa de pelo radicular em hipertrofia parenquimatosa.

Prepararam-se algumas lâminas com materiais mais espessos, o que impossibilitou observações de determinadas estruturas. Mas a interação colaborativa marcou-se sempre presente ao longo que as tarefas se desenrolavam e tão logo, sem dependência docente, os próprios estudantes, “experientes” de aulas anteriores, já solucionaram a questão com produções de secções mais delgadas, dentro das possibilidades atingidas.

Entre as lâminas produzidas, observou-se outra imagem de pelo radicular em processo inicial de infecção, indicado pela seta (FIGURA 84).

Embora haja indicação do aumento obtido 400x, isto porque se capturou a imagem a partir da objetiva 40x com ocular 10x, o aumento é impreciso devido a utilização do recurso digitalizado do dispositivo do aparelho *smartphone*, através do qual se ampliou mais a imagem da amostra procedente do vaso 2.

FIGURA 84 – PELO RADICULAR EM PROCESSO DE INFECÇÃO INICIAL

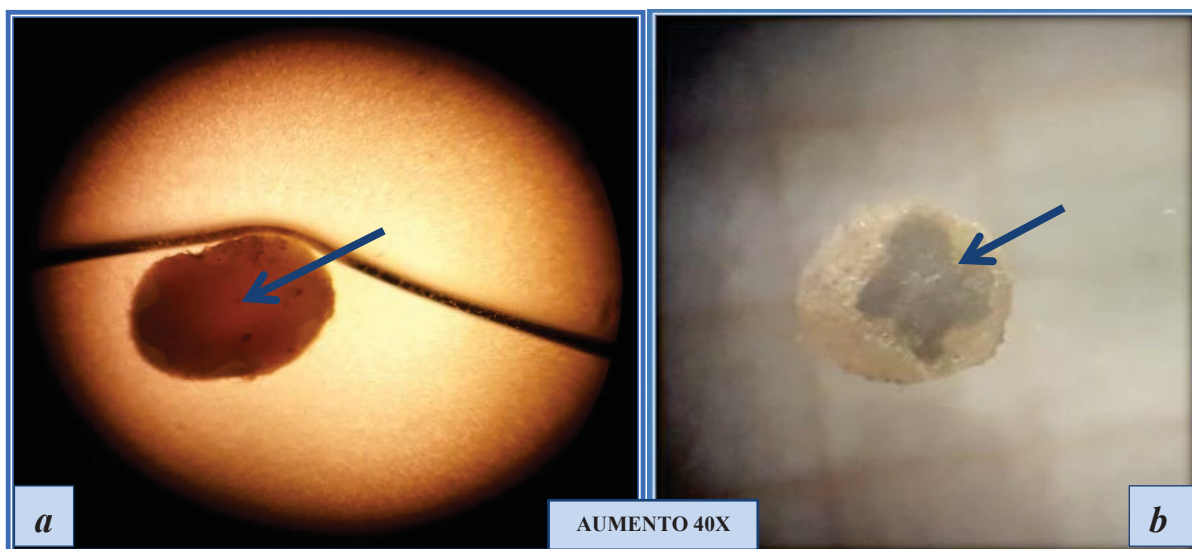


FONTE: O autor (2019).

NOTA: Seta, no detalhe, imagem de pelo radicular em infecção inicial.

Durante os procedimentos observou-se em lâmina preparada simplesmente com a secção transversal de nódulos *determinados* (de formato oval e que não apresentam um meristema apical persistente), ao M.O. e em Lupa Estereoscópica, percebendo-se muito bem a região medular rosada (FIGURA 85). No detalhe, aponta-se com a seta a região medular rosada, sendo em (a) a secção observada hidratada, no aumento 40x ao M.O. e em (b) observada já desidratada, no aumento da lupa 20x, ampliado com recurso do dispositivo do *smartphone*, aproximando-se do aumento final 40x. Amostras procedentes de vaso 2.

FIGURA 85 – NÓDULO RADICULAR DETERMINADO COM REGIÃO MEDULAR ROSA

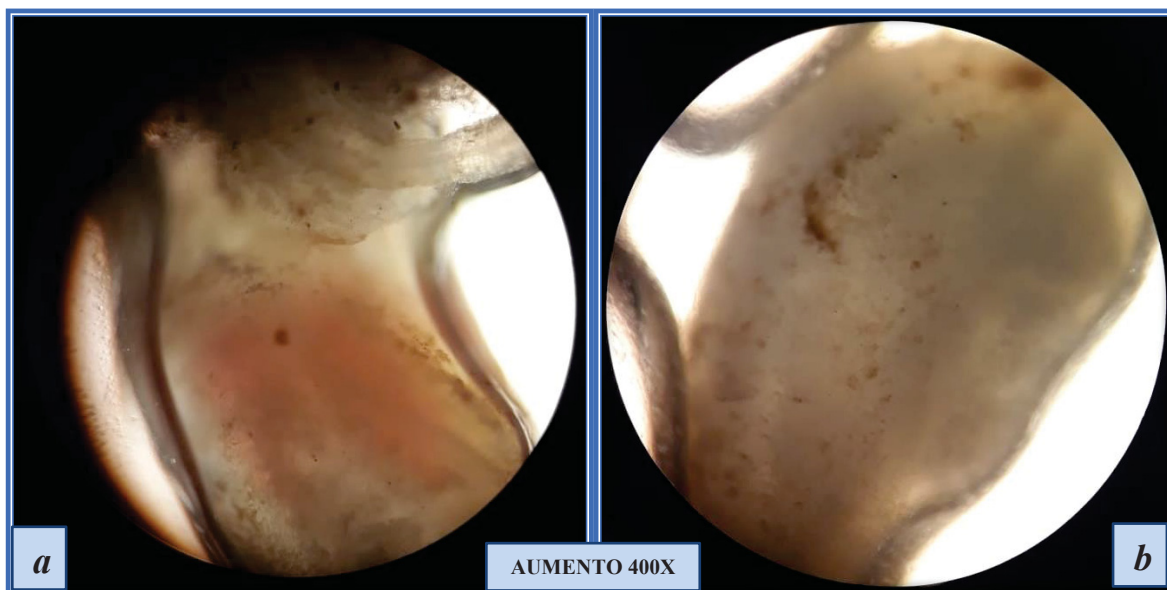


FONTE: O autor (2019).

NOTA: Seta, no detalhe, indicação da região medular rosada de nódulo em secção transversal. Em a, nódulo hidratado e em b, nódulo em processo de desidratação por exposição prolongada a luz artificial. Nódulos *determinados* apresentam formato esférico ou oval.

Prepararam-se também secções longitudinais de nódulos *indeterminados* (de formato alongado e cilíndrico devido à presença de meristema apical). Perceba-se que em (a), procedente de cultivo em vaso 2, a tonalidade da amostra é rosada, enquanto em (b), procedente de cultivo em vaso 3, o nódulo é branco. Ambas as imagens compostas na FIGURA 86, foram capturadas em aumento 400x.

FIGURA 86 – NÓDULO RADICULAR INDETERMINADO EM SECÇÃO LONGITUDINAL



FONTE: O autor (2019).

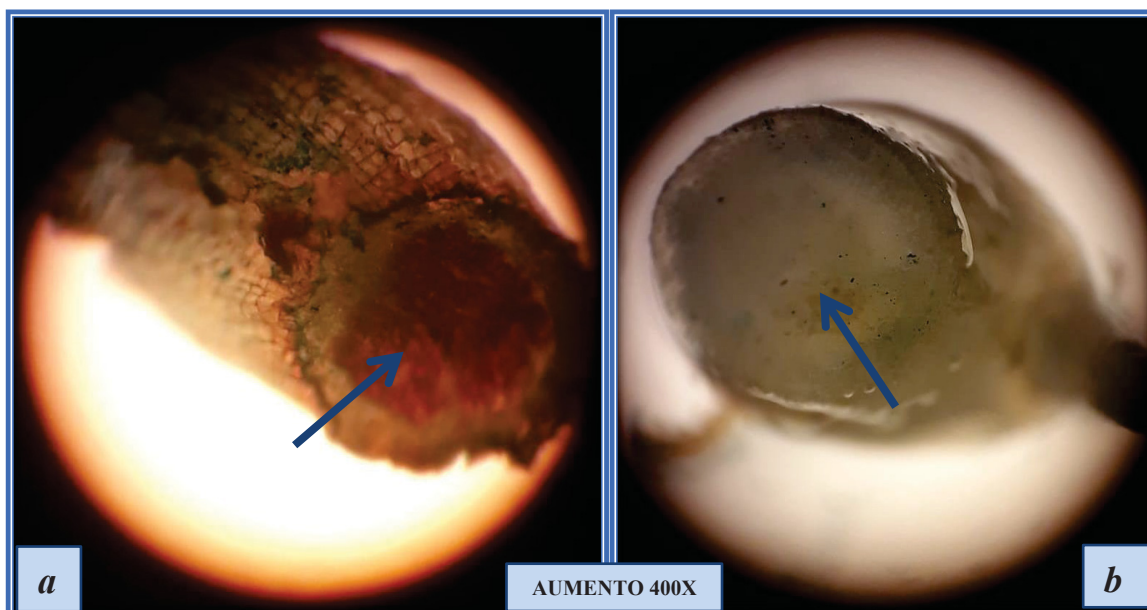
NOTA: Nódulos em secções longitudinais. Em *a* região medular rosada e em *b* região medular branca. Nódulos *indeterminados* apresentam formato alongado.

Prepararam-se também secções transversais de nódulos *indeterminados* (de formato alongado e cilíndrico devido a presença de meristema apical).

Perceba-se que em (a), procedente de cultivo em vaso 2, a tonalidade da amostra é rosada, sendo indicada pela seta, enquanto em (b), procedente de cultivo em vaso 3, o nódulo é branco, em seta apontada na região medular. Ambas as imagens compostas na FIGURA 87, foram capturadas em aumento 400x.

De acordo com Militão (2004), a proteína leg-hemoglobina é responsável tanto pela cor vermelha no interior dos nódulos quanto pela fixação de Nitrogênio atmosférico, sendo o grupo heme produzido pelo complexo: rizóbios, células hospedeiras e a globina pela planta.

FIGURA 87 – NÓDULO RADICULAR INDETERMINADO EM SECÇÃO TRANSVERSAL

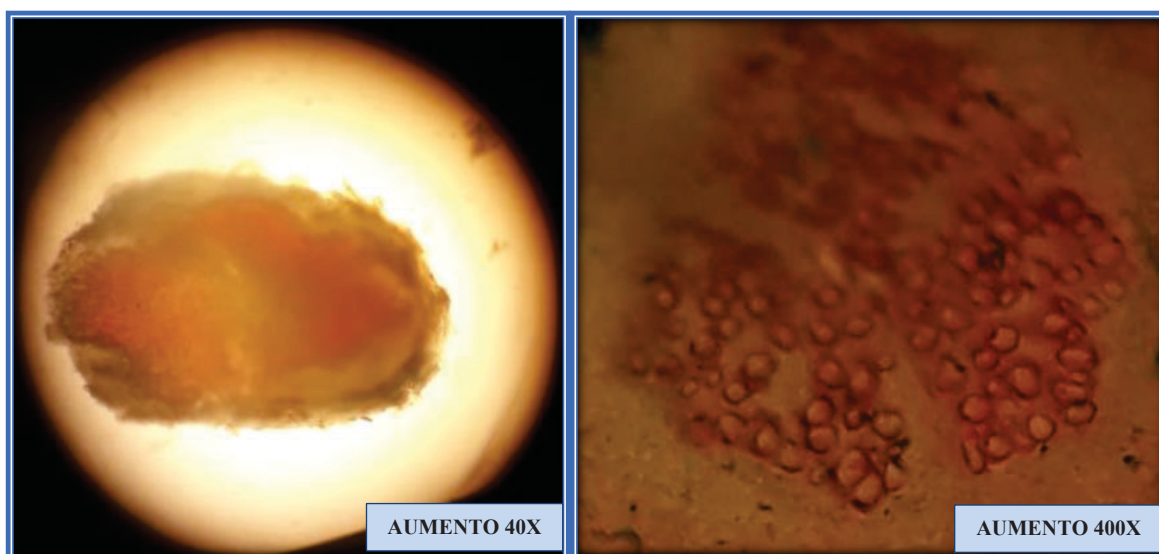


FONTE: O autor (2019).

NOTA: Em *a*, cultivado no vaso 2, região medular rosada (leg-hemoglobina) indicada pela seta e em *b*, cultivado no vaso 3, região medular branca (seta) sem formação da leg-hemoglobina.

Ao longo das produções de lâminas com os nódulos radiculares do *Trifolium repens*, obteve-se imagens da região medular rosada, observando-se ao M.O. em aumento de 40x, seguido do aumento de 400x. A amostra é do cultivo do vaso 2, o qual foi o único que apresentou nas lâminas preparadas a coloração rosada (FIGURA 88) sem uso de corantes.

FIGURA 88 – NÓDULO RADICULAR EM SECÇÃO TRANSVERSAL



FONTE: O autor (2019).

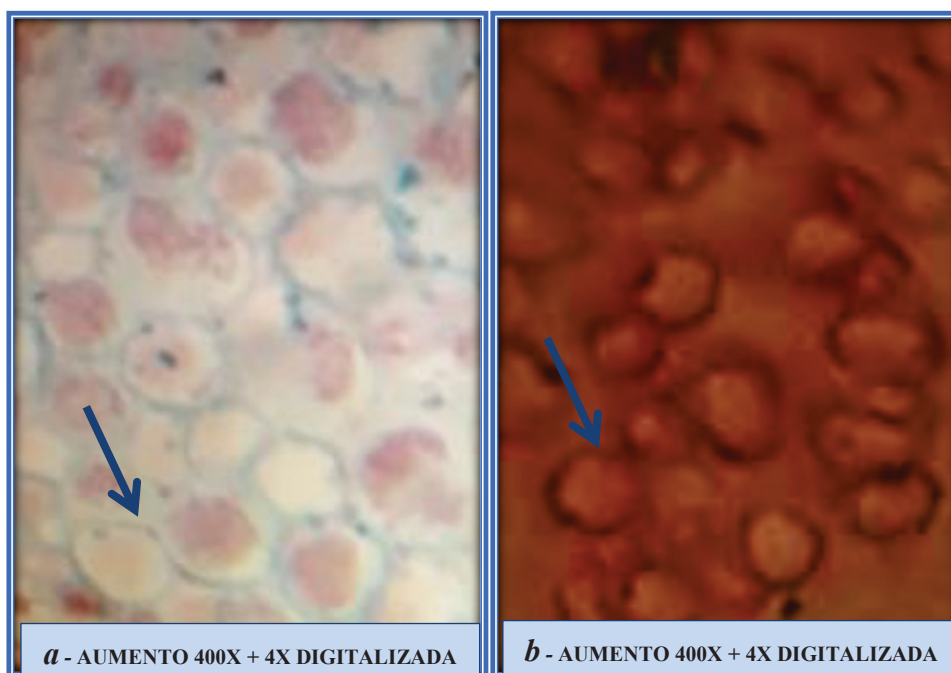


Utilizou-se dos recursos embarcados na tecnologia dos dispositivos digitais, disponibilizados pelo emprego dos *smartphones*. Muito embora a ampliação de imagens capturadas seja de imprecisa determinação, o equipamento informa que o aumento máximo pode chegar a 4x, logo, nas imagens da FIGURA 89, capturou-se do M.O. em objetiva de 40x e ocular de 10x, a partir do qual ampliou-se pela digitalização, oferecendo-se como mostrado.

Observam-se as células-hospedeiras da região medular do nódulo em tonalidade rosada. Nestas células, como descreveu Verna et al (1978), os rizóbios ficam agregados em seu interior, envolvidos por uma membrana, denominada de membrana peribacteróide, num compartimento subcelular.

Os autores ainda consideram que o nódulo formado se trata de uma nova estrutura desenvolvida na raiz da planta leguminosa. Note pela indicação da seta a presença da membrana peribacteróide (FIGURA 89).

FIGURA 89 – CÉLULAS DA MEDULA NODULAR EM IMAGEM DIGITALIZADA



FONTE: O autor (2019).

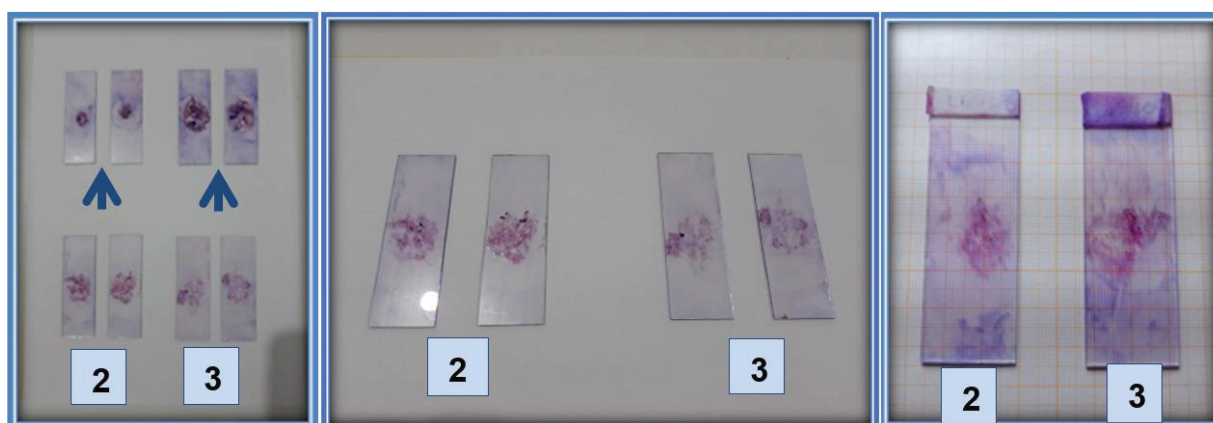
NOTA: Seta indicando a região da membrana peribacteróide, em *a*, sob contraste de luz mais intensa. Em *b*, sob luz menos intensa, evidenciando a mesma região. Esta ampliação foi obtida pela digitalização a partir do dispositivo do *smartphone*.

Os resultados, para o fechamento das considerações, que suportariam a fundamentação para a discussão final da SD, completaram-se com a preparação de lâminas de microscopia, produzidas a partir do esfregaço medular dos nódulos radiculares. Foram extraídos os nódulos rosados da planta *Trifolium repens*, cultivada em vaso 2, e de nódulos brancos da planta

cultivada em vaso 3. Não se observaram nódulos formados nas plantas cultivadas em vaso 1, motivo pelo qual não foram preparadas lâminas para plantas deste vaso de cultivo.

Tanto na preparação do esfregaço dos nódulos radiculares, quanto na aplicação da técnica de Coloração de Gram, observou-se o excelente desempenho dos participantes que realizaram os procedimentos com excelência, requerendo-se apenas o apoio docente para o acompanhamento do tempo, mas que foi controlado por eles. Observam-se as lâminas preparadas conforme apresentação em mosaico com indicação numérica correspondente ao vaso de cultivo e as lâminas indicadas pelas setas foram descartadas devido ao erro no preparo que manteve o material muito espesso, impedindo-se as observações (FIGURA 90).

FIGURA 90 – ESFREGAÇO DE NÓDULOS COM A COLORAÇÃO DE GRAM



FONTE: O autor (2019).

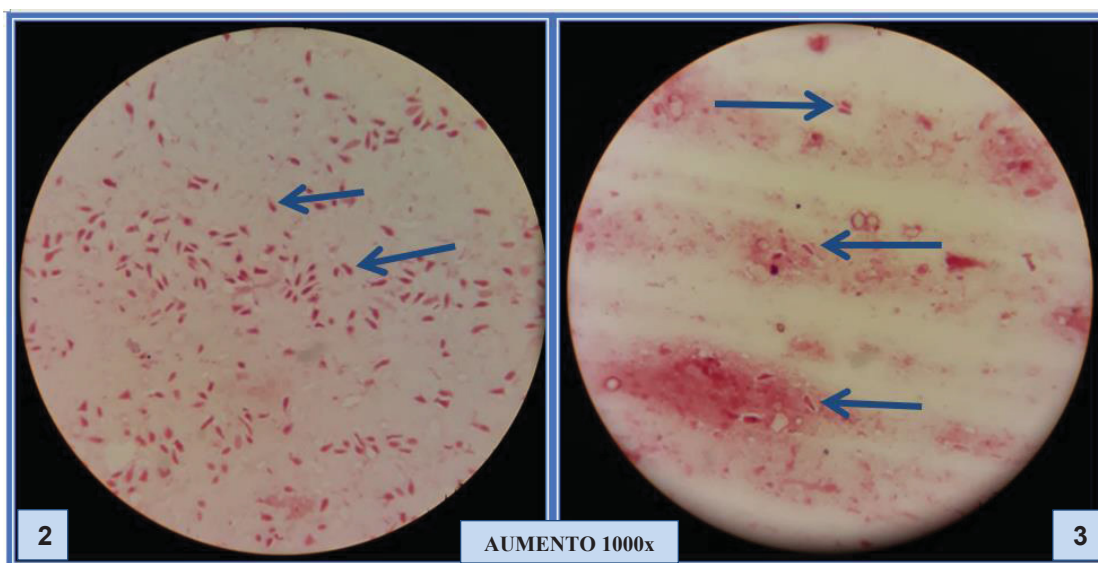
NOTA: Indicação numérica correspondente ao material do vaso de cultivo. As lâminas indicadas nas setas foram descartadas por erro na preparação, apresentando excesso de corantes.

Produzidas as lâminas de nódulos radiculares, foram observadas com lente objetiva de 100x, em óleo de imersão, células de rizóbios, coradas de vermelho róseo, muito bem evidenciadas nas lâminas preparadas com nódulos da planta cultivada no vaso 2.

Para as observações com o material dos nódulos brancos cultivados no vaso 3, observaram-se poucas células de rizóbios. Este resultado repetiu-se nas demais lâminas observadas com o mesmo material procedente do vaso 3 e ficou pendente para novos estudos futuros. Os números indicados no canto inferior da FIGURA 91 referem-se à procedência correspondente ao vaso de cultivo e as setas indicam os bacilos identificados nas imagens.

Os resultados da coloração de Gram obtidos pelos estudantes corroboram com os resultados alcançados nos procedimentos desenvolvidos quanto ao formato bacilar e cor rosa avermelhado (MILITÃO, 2004).

FIGURA 91 – ESFREGAÇÃO NODULAR COM BACILOS GRAM-NEGATIVOS ( EM VERMELHO)

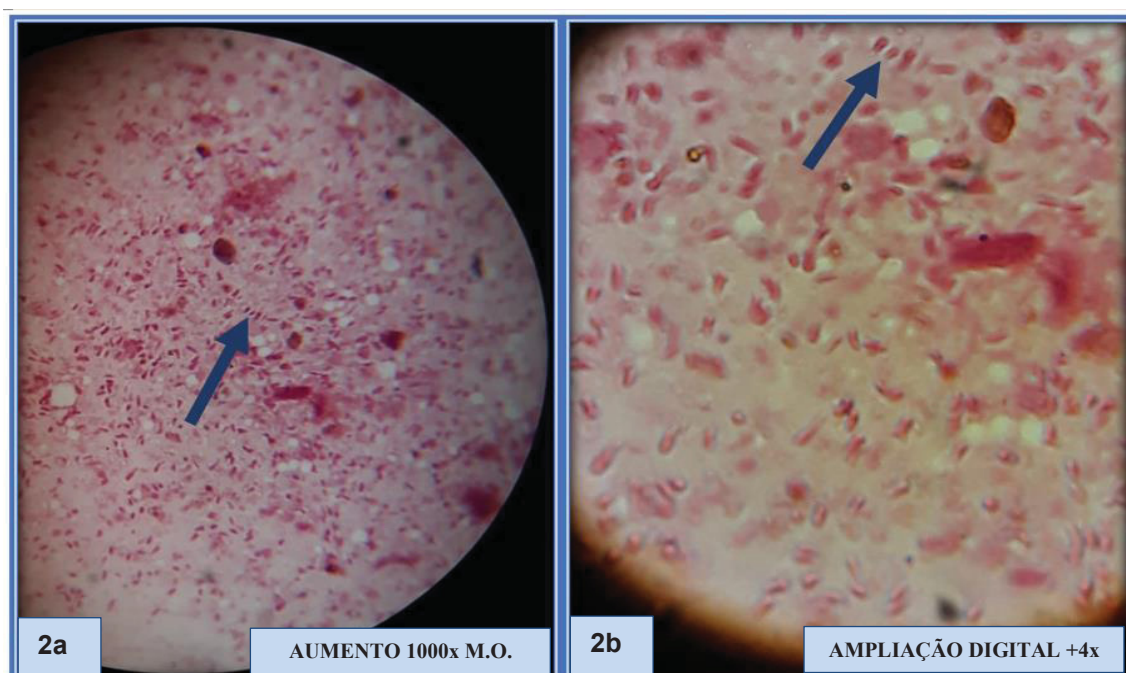


FONTE: O autor (2019).

NOTA: Em 2, imagem com inúmeros rizóbios provenientes do nódulo do cultivo no vaso 2 e em 3, os raros bacilos presentes no nódulo do vaso 3. As setas indicam os bacilos presentes nas imagens.

Esfregaço em imagem na ampliação 1000x ao M.O., digitalizada pelo dispositivo do aplicativo do *smartphone*, 4x a mais, mas não se podendo afirmar a resolução obtida na FIGURA 92.

FIGURA 92 – FOTOMICROGRAFIA DE BACILOS GRAM-NEGATIVOS (VIA SMARTPHONE)



FONTE: O autor (2019).

NOTA: Material proveniente do cultivo em vaso 2, sendo 2a, imagem de fotomicrografia capturada pela câmera do *smartphone* e em 2b, a mesma imagem em ampliação digitalizada pelo *smartphone*. As setas indicam o mesmo bacilo em 2a e em 2b em ampliação digital.



#### 5.4.1.6 Confirmação das hipóteses elaboradas na sequência didática investigativa

Lüdke e André (1986) reforçam a importância de promover a comparação entre dados, informações levantadas a respeito do processo envolvido e das evidências para que se produza uma pesquisa e que desta, novo conhecimento seja gerado. Assim, ao longo do desenvolvimento da SD, os participantes se envolveram nas atividades, promovendo o levantamento de dados a partir das informações contrapostas entre o que se sabia e o que foi necessário pesquisarem para subsidiarem os estudos preliminares.

De posse dos registros das observações coletadas no decorrer dos procedimentos, o conhecimento foi sendo construído de forma colaborativa e coletivamente.

Scheffer-Basso et al. (2001) realizaram um estudo comparativo para o processo de fixação biológica de nitrogênio com rizóbios, determinando-se a relação pela biomassa, ou seja, o peso seco dos cultivares, mas concluíram que as comparações significativas para o desenvolvimento deram-se por conta do hábito de crescimento de cada planta.

Já neste estudo, cuidou-se para que as mudas fossem obtidas todas de uma mesma população, o que não determinou que fossem do mesmo organismo, mas da mesma espécie característica. No entanto, todas as mudas foram extraídas de um mesmo metro quadrado delimitado por palitos fixos ao solo e com barbante cercando a área de coleta.

Afinal de contas, são as perguntas que movem o processo de geração do conhecimento? A situação-problema lançada em discussão para o grupo experimental, envolvido na atividade voltada à exploração pela metodologia ativa de aprendizagem, iniciou sua dialógica e logo mantiveram duas hipóteses de consenso, assim elaboradas:

- Hipótese 1 – *“A associação da planta com o rizóbio somado ao uso do fertilizante faz o desenvolvimento ser melhor, por isso o vaso 2 recebeu o fertilizante de maior composição”.*
- Hipótese 2 – *“O uso em menor quantia de fertilizante faz o desenvolvimento da planta ser menor e por isso no vaso 3 usaram a formulação de menor composição e no vaso 1 que só deram água pra plantinha, o desenvolvimento foi o pior”.*

O ponto de partida permitiu aos participantes o avanço gradual, à medida que acumulavam domínios e conhecimentos e buscavam seus dados.

Compreendeu-se bem a relevância das exsicatas, inicialmente produzidas, como atributo de confirmação entre as diferenças comparativas no desenvolvimento de cultivo nos vasos 1, 2 e 3. Posteriormente, as exsicatas foram destinadas ao acervo do Herbário Escolar.

Pois uma exsicata determina entre os critérios para sua seleção em peças exemplares, a condição de apresentar seus órgãos de reprodução acusados pelas flores presentes.

Assim, sendo critério sistemático a presença das flores, seus órgãos reprodutivos, estes elementos determinam que a planta atingiu o seu período de maturidade de desenvolvimento reprodutivo, logo plantas de mesma espécie, em floração, e em cultivo controlado de mesmo período, confirmam-se como plantas adultas em mesma fase no ciclo biológico.

A presença de peças florais nas plantas provenientes dos vasos 1, 2 e 3 forneceu subsídios de compreensão de que todas as plantas utilizadas no estudo encontravam-se em mesma idade de desenvolvimento, evitando-se que ocorressem comparações entre plantas muito jovens, em seu estágio inicial de vida, com plantas maduras, já em seu ciclo reprodutivo ativo, com folíolos e porte em plenitude, assegurando a equidade das amostras de cultivo.

Essa evidência orgânica caracterizada pela presença da flor corrobora para o entendimento de que o cultivo do *Trifolium repens*, deu-se no mesmo período e que todas as amostras, independentemente do vaso de origem, encontravam-se em mesmo estágio de desenvolvimento orgânico, isto é, que as diferenças entre tamanho de folíolos e porte da planta são expressões do fenótipo e não da idade do organismo.

Durante todas as etapas, o senso de responsabilidade e compromisso se fez presente. Ocorreram desligamentos de alguns integrantes que acabaram por serem excluídos da pesquisa, mas não de participar das etapas em que estiveram presentes e para as quais contribuíram, sendo a motivação causada por conta das apresentações finais dos trabalhos de conclusão do curso técnico e, assim, absolutamente compreensível.

Necessitava-se de evidências, os dados coletados do porte das plantas e do tamanho das suas folhas compostas, não eram suficientes. Então, buscou-se no sistema radicular a presença dos tais nódulos radiculares comentados no vídeo e descritos nas pesquisas. Utilizou-se de lupa de mão, lupa estereoscópica e confirmou-se que nas plantas do vaso 1 não se observaram nódulos radiculares. Enquanto no vaso 2 observou-se os nódulos com facilidade e sob a lupa estereoscópica o tom rosado em seu conteúdo interior foi evidenciado. No vaso 3, a ocorrência dos nódulos era um pouco menor e a coloração destes era branca.

Outros estudos já mostraram que, além dos rizóbios, termo generalista para *Rhizobium*, diferentes gêneros de bactérias podem nodular o sistema radicular das leguminosas (REIS et al., 2006).

Um estudante participante do estudo, rapidamente em uma busca de navegação pela *internet*, localizou a informação que acrescentaria uma relevante contribuição para a questão

da diferença da cor entre os nódulos observados para as plantas cultivadas em diferentes vasos. Assim, ao tratar da problemática posta, Fernandes e Rodrigues (2019, não p.) afirmam que:

“De sublinhar que, quando se estabelece o par correcto bactéria/leguminosa, ou seja, se dá a inoculação com a espécie ou estirpe correcta os nódulos formados adquirem, geralmente, uma coloração rosada ao corte (sinal da eficiência da fixação de azoto), devido à presença da leg-hemoglobina, uma forma de hemoglobina necessária para fixar o azoto, dando-se a verdadeira simbiose. Quando assim não acontece, e houve nodulação por espécies não indicadas, os nódulos são brancos e na verdade as bactérias estão a absorver nutrientes da planta sem fixar azoto, estabelecendo-se, na verdade uma indesejável situação de parasitismo.”

Deste modo a *Web* apresentou-se como facilitador, e que se diga, facilitou muito a corrida para a confirmação das hipóteses. Assim, os estudantes já relacionaram que os nódulos brancos são ocupações parasitárias e que os nódulos rosados são os verdadeiramente formados por associações mutualísticas e que fixam o nitrogênio atmosférico. Relacionou-se também o fato de a hemoglobina do sangue torná-lo vermelho, então a leg de leguminosa, leg-hemoglobina para o nódulo rosado.

Outro estudante, rapidamente em consulta ao livro didático, recordando-se de outra aula de Ecologia em que Linhares, Gewandsznajder e Pacca (2017, p. 201) ao apresentarem o conteúdo do mutualismo entre leguminosas e bactérias, estabelecem que:

“Certas bactérias vivem nas raízes das leguminosas e fornecem-lhes nitrogênio, que será utilizado na produção de proteínas. As leguminosas fornecem nutrientes para as bactérias e um tipo de hemoglobina, com a função de combinar com parte do gás oxigênio, cujo excesso poderia destruir a enzima que fixa o nitrogênio (nitrogenase).”

No entanto, a nova situação (a leg-hemoglobina) permitiu ao grupo iniciar suas incursões dedutivas, cuja coloração rosada dos nódulos observados, tanto sob a lupa quanto sob ao M.O., estabelecia relação direta com o processo eficiente de fixação do Nitrogênio, confirmando a relação mutualística entre planta hospedeira e rizóbios associativos.

Depois da fotossíntese, a fixação biológica de Nitrogênio pode ser considerada o segundo processo biológico mais importante do planeta, pois está diretamente vinculado à formação das proteínas (FERNANDES; RODRIGUES, 2019, não p.). A relevância para a vida configura-se que entre as quatro classes de biomoléculas existentes, as proteínas e enzimas estão inclusas em uma destas.

Ao tratar do caso mutualístico envolvendo rizóbios e leguminosas, Neves e Rumjaneck (1992) consideram que para evitar a desnaturação da enzima nitrogenase, fundamental para a quebra da tripla ligação covalente presente na molécula atmosférica, e cuja estrutura é sensível

ao oxigênio, a planta desenvolveu a estrategicamente a produção da leg-hemoglobina com função de transportar o excesso do oxigênio, promovendo o balanço metabólico.

Entre as atividades promovidas pela exploração das secções transversais e até nas figuras longitudinais dos nódulos radiculares, observou-se a coloração rosada concentrada na área medular, nas células parenquimatosas. Assim, os nódulos eficientes no processo de fixação de Nitrogênio, com tamanho relativamente grande, superfície rugosa e localização distribuída entre raízes principais e secundárias, destaca-se a coloração medular de tonalidade rósea avermelhada (NEVES; RUMJANECK, 1992, p. 122 – 140).

Ao considerar os rizóbios como termo coletivo, Verma et al. (1978, p. 919 – 936) descreve como bactérias Gram-negativas, com uma estrutura regular e oval, fixadoras de nitrogênio que ao infectar o sistema radicular de leguminosas hospedeiras formam os nódulos.

No resultado da técnica de coloração de Gram evidenciou-se a ocorrência de células em formato de bastonetes, em que a ação do álcool etílico destruiu a membrana lipossacarídica, lavando o complexo formado da combinação violeta-iodo, tornando as células novamente descoradas. Como sabido, nas bactérias classificadas como Gram-positivas, esta combinação não pode ser lavada do peptidoglicano por apresentar uma camada muito mais espessa, o que mantém a região externa das células colorizadas de roxo. Por esta razão, a inclusão da safranina, não interfere nesta identificação e permite que os outros tipos celulares bacterianos descorados pelo álcool, tornem-se novamente corados em rosa, classificando-as como células Gram-negativas. Deste modo corrobora-se com Hungria e Araújo (1994) que o resultado dos estudantes se tratou de células Gram-negativas, compatíveis com rizóbios.

Portanto, foram considerados todos os elementos evidenciados e coletados no decorrer das atividades e procedimentos, permitindo ao grupo de estudantes participantes estabelecerem o parecer final quando confrontaram com suas hipóteses elaboradas os tipos de tratamentos dispensados no cultivo das mudas com rega semanal com fertilizantes contendo diferentes concentrações de N, sendo 15% no vaso 1, 0% no vaso 2 e 4% no vaso 3.

Para fechamento da SD, promoveu-se uma discussão em grande grupo no momento da grande revelação das concentrações de N utilizadas no experimento, onde a participação foi alcançada a todos e de consenso, chegando-se as seguintes considerações.

Tendo os dados que o Vaso 1, usando fertilizante (formulação 15-0-0) apresentou o menor desenvolvimento do cultivar; Vaso 2, sem tratamento com fertilizante apresentou o melhor desenvolvimento do cultivar e que o Vaso 3, usando fertilizante (formulação 4-14-8) apresentou desenvolvimento intermediário.

Concluiu-se que a hipótese 1 não era verdadeira, pois enquanto pensou-se que o efeito somatório entre a planta cultivada, os rizóbios nodulados e a ação do fertilizante, combinados pudessem promover um maior desenvolvimento do cultivar, imaginado como sendo praticado no vaso 2, fato não confirmado, pois este vaso teve o cultivar apenas regado à água com zero adição de fertilizante entre as formulações empregadas no estudo.

Na hipótese 2, também falsa, imaginou-se que a quantidade de concentração do fertilizante pudesse agir proporcionalmente à sua concentração, portanto que por apresentar uma formulação maior (4-14-8), na visão estudantil, em comparação a outra formulação (15-0-0), justificasse o melhor desenvolvimento do cultivar no vaso 2, fato também não confirmado, pois o uso do fertilizante em concentração maior (visão acadêmica), ou seja, que apresentou a formulação (4-14-8) foi aplicado exclusivamente no vaso 3 que apresentou o desenvolvimento intermediário entre os *Trifolium repens* cultivados. Porém, a formulação básica NPK, apresentada respectivamente para os nutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio, foi escolhida por oferecimento específico da concentração do N, contendo na formulação (15-0-0) com 15%, na formulação (4-14-8) com 4% e na água simplesmente 0%, também diferenciando da interpretação estudantil para o entendimento de concentração maior, isto é, segunda a qual imaginaram que a formulação maior seria a NPK 4-14-8 que só contém 4% de N.

Segundo França (1970), o efeito da aplicação de N mineral contribuiu para reduzir a formação de nódulos em todas as leguminosas cultivadas em seu estudo e a ausência de Potássio não apresentou influência significativa nas nodulações. Da mesma forma Mendes et al (2008) relataram que o aumento das doses de fertilizantes nitrogenados reduziu a eficiência da nodulação das bactérias, corroborando com os resultados de desenvolvimento do *Trifolium repens* sob os tratamentos dispensados no cultivo de acordo com a metodologia estabelecida previamente à participação dos estudantes neste estudo.

Foi surpreendente aos estudantes que, em não havendo nada além de água, o desenvolvimento do cultivar tenha sido tão melhor, sendo este fato atribuído a associação ecológica relacionada entre os rizóbios que nodularam as raízes da leguminosa. Neste ponto, também se coube à mediação, considerando-se que os produtos aplicados devem ser utilizados de acordo com as especificações técnicas repassadas no rótulo da embalagem para que se tenham os resultados esperados. Portanto, analisou-se que as reações produzidas foram efeitos obtidos em condições absolutamente experimentais, sem comprometer a eficiência dos produtos se seguidas as suas recomendações originais.

Assim, os estudantes em sua dialógica consideraram as questões dos problemas de automedicação com usos de remédios sem prescrição, por conta de efeitos colaterais, aspecto muito relevante, oportunizado em seu conhecimento transversal, envolvendo a saúde.

Por fim, compreendeu-se que o método científico é um processo de construção do conhecimento que pode ser desenvolvido a partir de atividades ativas de aprendizagem na sua abordagem investigativa no ambiente escolar.

## 5.5 AUTOAVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES NAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

O processo da autoavaliação deve ser entendido como uma importante ferramenta a contribuir para uma construção coletiva de julgamentos a respeito de procedimentos submetidos. Este processo deve ser pautado no compromisso responsável de admissão de críticas na condição de resultados mobilizadores de transformações de aprendizagem, de como o indivíduo participante se identifica antes das ações e de como ele se identifica depois da exposição, de modo a possibilitar a reflexão sobre a sua própria prática.

Martínez (1997) ressalta a importância de o estudante participar do processo de autoavaliação, atribuindo a si mesmo o nível de desempenho atingido, mas sem desconsiderar o prestígio da avaliação docente e oferecendo a condição de análise entre propósito e expectativa.

No mesmo sentido, o processo permite ao participante qualificar os procedimentos em si. Seus aspectos positivos e os pontos críticos, contribuindo para que a visão mais holística permita uma percepção mais plena do que representa em termos de contribuição tanto do ensino quanto da aprendizagem. Esta consideração é compartilhada com Kenski (1998), que destaca a relevância dos resultados da autoavaliação como instrumento de revisão para um redirecionamento ou da manutenção do processo, para a construção do ensino e da aprendizagem.

### 5.5.1 Autoavaliação do interesse e motivação nas atividades turma 4TB

A respeito do interesse e motivação apresentados pelos estudantes do Grupo Controle, Turma 4TB, em cada uma das atividades em que participaram, foi-lhes perguntado através do instrumento Apêndice 3, o nível de satisfação considerado.

As atividades foram todas planejadas dentro da concepção de ensino tradicional.

Os estudantes consideraram com o índice de 50% a aula da Atividade 1, em que foi apresentado um vídeo sobre o Ciclo do Nitrogênio com excelente aceitação, outros 38% consideraram como muito bom e 12% consideraram como razoável.

Em relação à atividade 2, cuja a aula expositiva apresentou o conteúdo programático sobre a Fixação Biológica de Nitrogênio e Amonificação, a consideração dos estudantes apresentou como maior índice a aceitação como excelente em 42%, outros 29% atribuíram como muito bom o nível de motivação e interesse, mas 25% consideraram como razoável, enquanto 4% julgaram como ruim. A única observação dos estudantes nesta atividade caracterizou-se muito positiva: *“Achei bem legal a aula de fixação do nitrogênio pelas bactérias e pensar que praticamente 80% existe no ar sem que a gente possa usar é surreal.”* Esta observação do (a) estudante confere que no processo de aprendizagem, o (a) estudante estabelece analogias pertinentes ao conteúdo de Microbiologia relacionado à Ecologia.

Na aula expositiva da Atividade 3, que abordou o conteúdo dos processos de Nitrificação e Desnitrificação, a turma apresentou os índices mais baixos e os mais equalizados, conforme pode ser observado na Figura 93.

Contudo o nível pelo interesse e motivação, ainda se manteve na maioria entre o excelente, tendendo ao muito bom, enquanto do nível ruim, tendeu ao razoável de forma inversamente proporcional.

Dentre as poucas observações registradas os apontamentos: *“Muita teoria desmotiva a turma, deveria ser aulas mais dinâmicas”* e *“O professor explica bem, mas o conteúdo é chato”* sugerem que mudanças no processo de ensino, sinalizam para uma possível melhora na aprendizagem.

A Atividade 4, na aula que abordou a Fertilização do solo e o texto “Adubação Verde”, produziu um efeito bastante positivo, evidenciando a motivação e interesse, atingindo-se o pico dos 68% como excelente, 29% como muito bom e apenas 13% como razoável, supostamente como a atividade mais representativa ao gosto dos estudantes.

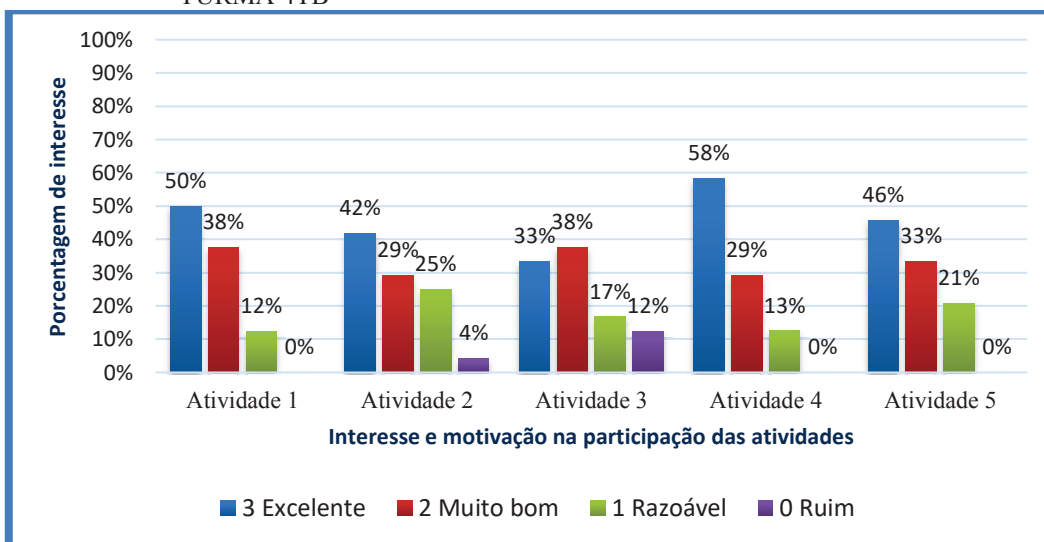
Na aula da Atividade 5, em que foi explorada a resolução das atividades propostas no Livro Didático adotado pelo corpo docente do colégio, o nível de motivação e interesse informados pelos estudantes apresentou 46% como excelente, 33% como muito bom e 21% como razoável.

Dentre as observações registradas pelos estudantes para esta atividade, determinado participante fez a seguinte menção: *“Precisava ter tido aula de laboratório pra gente aprender de jeito diferente”*. Ou seja, os estudantes percebem que as aulas práticas podem contribuir para um aprendizado mais motivador e interessante, muito embora eles não compreendam que as



aulas práticas por si só, não caracterizam necessariamente uma aula que oportunize um aprendizado investigativo.

FIGURA 93 – AUTOAVALIAÇÃO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO NAS ATIVIDADES – TURMA 4TB



FONTE: O autor (2019).

### 5.5.2 Autoavaliação da aprendizagem nas atividades turma 4TB

Quanto ao processo de autoavaliação da aprendizagem nas atividades apresentadas para o Grupo Controle, Turma 4TB, os resultados apresentados na Figura 94, mostraram que para a Atividade 1, mais da metade do número de estudantes participantes o aprendizado foi considerado como excelente, no pico dos 54%, 29% atribuíram como muito bom e 17% indicaram como razoável.

A Atividade 2 foi apontada com 42% para uma excelente aprendizagem, seguida de 33% para uma aprendizagem muito boa, enquanto outros 21% consideraram como razoável e apenas 4% julgaram como o aprendizado ter sido ruim.

Para a Atividade 3, caracterizada como de conteúdo teórico, bem como as demais oportunizadas na concepção tradicional de ensino, o resultado foi o mais equalizado de todos, como pode ser observado na Figura 94. Ainda se manteve na maioria entre o excelente, tendendo ao muito bom, enquanto do nível ruim, tendeu ao razoável de forma inversamente proporcional, descrevendo uma curva análoga ao observado na mesma atividade para a Figura 93.

Quanto à Atividade 4, os estudantes informaram, em sua maioria, atingindo o índice de 73% para uma aprendizagem excelente, caracterizando como a atividade que permitiu a

maior facilidade de aprendizagem para a turma. A causa pode ser analisada pela atribuição da interpretação do texto com um resultado mais positivo para a compreensão dos conteúdos.

Observando-se, ainda, que outros 18% indicaram uma aprendizagem muito boa e apenas 9% atribuindo a uma aprendizagem razoável para o que foi trabalhado com o grupo.

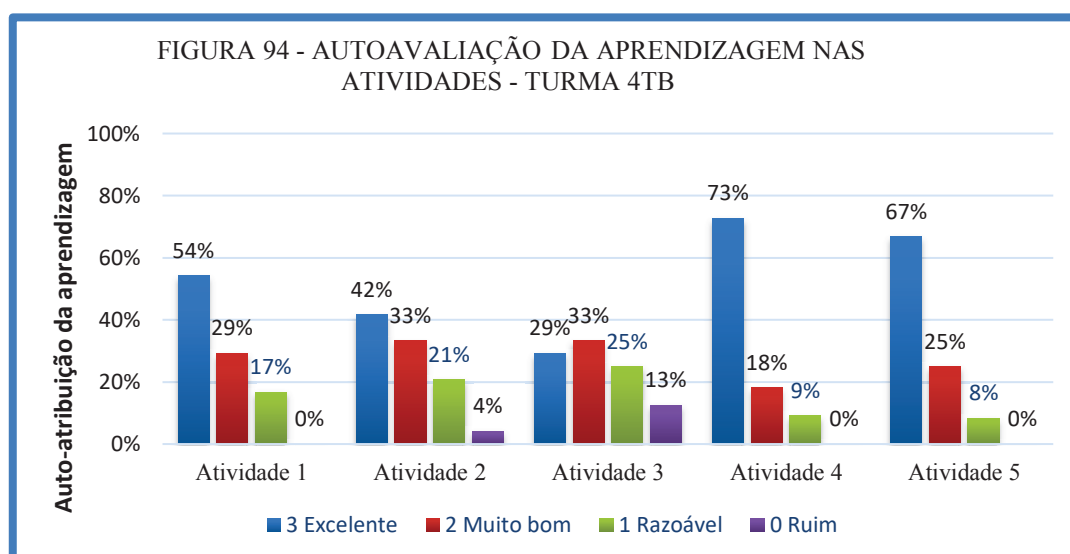
A Atividade 5 também foi muito bem considerada pelos participantes, os estudantes informaram que 67% obtiveram uma excelente aprendizagem, outros 25% que o processo foi muito bom e apenas 8% julgaram como razoável.

Os estudantes resguardaram o direito de registrar sugestões e desse modo, conforme instruídos no documento de autoavaliação fornecido (Apêndice 3), considerou-se que as atividades foram bem elaboradas, sem haver necessidades de mudanças.

No entanto, a única sugestão relatada apresentou a seguinte ponderação: “*De forma geral as atividades estão boas, nada diferente do que fazemos todos os dias, por isso o Professor deve por umas aulas práticas pra bombar mais.*” Assim, novamente ressurgiu o apontamento para a importância de diferentes propostas em contraponto ao ensino tradicional.

O comentário registrado pelo estudante remete ao problema da falta de atividades que valorizem outras formas de apresentar, conduzir e encaminhar o processo de aprendizagem, podendo inclusive, considerar a possibilidade de carências de modalidades que favoreçam a participação acadêmica nas aulas de Biologia. Esta análise transporta também para a suposta evidência de que o ensino praticado na escola está mais calcado no clássico ensino tradicional, direcionado muito mais pelo favorecimento da exposição teórica dos conteúdos programáticos compostos para a série pelos docentes da disciplina.

FIGURA 94 – AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES – TURMA 4TB



FONTE: O autor (2019)

### 5.5.3 Autoavaliação do interesse e motivação nas atividades turma 4TC

A respeito do interesse e motivação apresentados pelos estudantes do Grupo Experimental, Turma 4TC, em cada uma das atividades em que participaram, foi-lhes perguntado através do instrumento Apêndice 4, o nível de satisfação considerado (FIGURA 95).

As atividades foram todas planejadas dentro da concepção de ensino através de metodologia ativa de aprendizagem e os estudantes contribuíram para o planejamento das sequências de atividades, orientados e com o auxílio do autor.

A Atividade 1 foi desenvolvida igualmente para as duas turmas participantes deste estudo sem apresentar variação, caracterizada em “roteiro prévio”, pois o vídeo sobre o Ciclo do Nitrogênio cumpriu o propósito motivacional para apresentar o conteúdo programático a ser desenvolvido na continuidade para ambos os grupos.

Segundo as informações dos estudantes, a Atividade 1 foi considerada excelente para o interesse e a motivação por apenas 14%, e 54% consideraram como muito bom o seu nível de interesse e motivação, outros 23% consideraram como razoável e apenas 9% julgaram a atividade com o vídeo como sendo ruim para o interesse e a motivação dos mesmos.

Na Atividade 2, em que os estudantes foram provocados a discutir a situação-problema apresentada, as discussões no grupo necessitavam formular uma hipótese que pudesse ser investigada para a sua confirmação através de procedimentos, que também deveriam ser discutidos no grande grupo.

O resultado foi que 59% dos participantes atribuíram como excelente o nível de motivação e interesse, 36% consideraram como muito bom esse mesmo nível e apenas 5% julgaram como razoável. Nas observações, constou entre os registros dos estudantes: “*Gostei de contribuir para o meu aprendizado e dos meus colegas.*”.

A partir da Atividade 3 os estudantes não admitiram nas ponderações julgadas os critérios do nível de interesse e motivação do razoável ao ruim, considerando-as apenas entre os níveis admitidos entre o excelente e muito bom. Esta condição sugere supostamente que o fato de as atividades oportunizarem uma vivência com práticas de laboratório e outras ações no universo da Ciência possam ter contribuído para esta correlação.

Assim, na Atividade 3, o grupo foi dividido para realizar as pesquisas orientadas entre a Biblioteca Escolar, que conta com os recursos do acervo bibliográfico e os computadores pessoais, disponíveis para o uso simultâneo de 20 estudantes e o Laboratório de Informática que dispõe de outros 30 computadores pessoais para uso escolar. Os participantes informaram

como 46% de admissão para o nível de interesse e motivação excelente e os demais 54% como muito bom o seu interesse e motivação.

Os estudantes encontravam-se no momento de conclusão de curso, na condição iminente de egresso do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, na modalidade de Técnico em Administração de Empresas e a observação registrada no instrumento de autoavaliação como: *“Só agora entendi a importância do trabalho em equipe, porque em nosso TCC do curso técnico os trabalhos dividiram a turma e agora o professor conseguiu reunir todos novamente.”*.

Na Atividade 4 foi analisado o desenvolvimento da planta cultivada, descrevendo a sua morfologia, anatomia e anotados os registros de tamanho comparativo entre 3 condições diferenciadas de cultivo. Além disso, as plantas foram prensadas para preparação de duplicatas de exsicatas.

Dentre os estudantes avaliados, 64% consideram-se que tiveram motivação e interesse excelente e 36% julgaram como muito bom o interesse e motivação nas atividades em que participaram ativamente da construção do conhecimento.

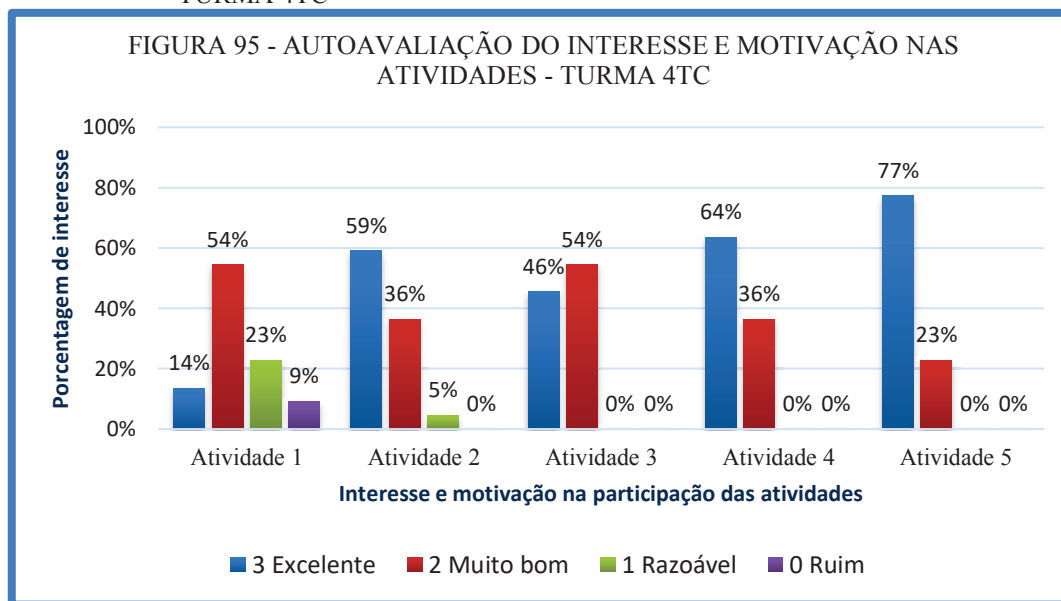
Entre observações, o registro do (a) estudante: *“Consegui entender como a ciência funciona com as descobertas nas pesquisas. É nós, belê.”*. Tal observação sugere que a proposta de trabalho com a participação ativa do estudante, o coloca na posição central, como protagonista, isto é, como ser participante da construção do próprio conhecimento.

Na Atividade 5, os estudantes reuniram seus registros e anotações, tanto para dar prosseguimento às atividades de preparação de lâminas com os nódulos radiculares da planta estudada, quanto para a coloração dos esfregaços.

Foram compiladas as últimas observações para concluir se havia indícios que contribuíssem para sustentar a confirmação da hipótese ou para desconsiderá-la por insuficiência de dados.

Os estudantes registraram poucas observações no campo disponibilizado e na maioria tinham o mesmo sentimento de incentivo ao empenho do regente de classe, ora pesquisador colaborador, como registrado pelo (a) estudante: *“Foi bem legal prof, foi Top, pena que foi só no final do curso”*.

FIGURA 95 – AUTOAVALIAÇÃO DO INTERESSE E MOTIVAÇÃO NAS ATIVIDADES – TURMA 4TC



FONTE: O autor (2019)

#### 5.5.4 Autoavaliação da aprendizagem nas atividades turma 4TC

Quanto ao processo de autoavaliação da aprendizagem nas atividades apresentadas para a o Grupo Experimental, Turma 4TC, Apêndice 4, os resultados observados na Figura 96 mostraram que, para a Atividade 1, 23% consideraram sua aprendizagem excelente, 45% como muito boa, enquanto que 27% atribuíram como razoável e apenas 5% julgaram como ruim. Há que se considerar que a atividade encaminhada para o grupo não configurou em diferença alguma em comparação com o Grupo Controle, Turma 4TB, sendo apresentado apenas um vídeo planejado como motivador para dar continuidade à proposta de estudo.

Na Atividade 2, os estudantes informaram o pico dos 68% que consideraram excelente o nível de aprendizagem. A admissão como muito bom foi atribuída a 23% dos participantes e outros 5% se somam aos 4% que julgaram, respectivamente, como nível de aprendizagem razoável e ruim.

Para a Atividade 3, os participantes admitiram apenas os critérios para o nível de aprendizagem excelente e muito bom, sendo respectivamente considerados como 55% e 45%.

Sugerindo que não houve dificuldades para a realização das atividades propostas com grande apropriação de conhecimento nas tarefas orientadas.

A Atividade 4 para a qual os estudantes desempenharam atividades de análise entre as diferenças de desenvolvimento para a planta *Trifolium repens*, escolhida para o estudo e que foi criteriosamente cultivada sob três diferentes tratamentos, teve um apontamento de 73% para

uma aprendizagem excelente. Consideraram, ainda, 18% dos participantes, como nível de aprendizado muito bom e outros 9% consideraram que o aprendizado como razoável.

Na Atividade 5, em que o levantamento de dados foi finalizado, através da produção das lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens*, os estudantes procederam a coloração de Gram, observando suas próprias produções para que chegassem as suas conclusões finais. Isso os conduziu pela autocrítica, para a informação do pico máximo do nível de aprendizagem, atingindo o índice de 82% de aprendizagem, sendo que 14% atribuíram como sendo muito bom e apenas 4% julgaram como razoável o nível de aprendizagem.

Para alguns estudantes, foi um privilégio participar, como relatou nas observações a estudante: *“Sou nova na escola e é a 1ª vez que uso um microscópio, achei maravilhoso ver os rizóbios”*. Outra estudante registrou: *“Estava dividida entre continuar na área técnica ou fazer Biomedicina, mas as atividades em que preparei as lâminas com aqueles corantes fez despertar dentro de mim a resposta”*. Isso sugere que atividades científicas podem ser o divisor de águas quando uma decisão para um momento crucial na vida de um jovem se apresenta.

As observações realizadas pelos estudantes também foram bastante positivas como exposto em outros relatos: *“Professor! Top D+, muito massa tudo isso que vimos nestas aulas, tinha que ter feito desde o início do ano”*. Para a educação básica, realizar um trabalho com este direcionamento exige planejamento para que, ao longo do ano letivo, propostas sejam desenvolvidas e pensadas para momentos trimestrais ou semestrais. Os experimentos devem ser conduzidos dentro de uma linha pontuada na investigação científica para que não recaia na ideia da prática pela prática, que muito embora contribua para representar fenômenos, ilustrados por evidênciação experimental, tendem a podar a capacidade de desenvolvimento criativo do agente da aprendizagem em formação.

Ainda, nas observações, os estudantes registraram que: *“Embora não goste de biologia porque pretendo seguir a profissão do meu pai que é contador, aprendi muito.”*. Deste modo, pode-se considerar que atividades bem planejadas contribuem para uma formação plena, independentemente de haver uma inclinação para determinada área de conhecimento pelo estudante. Mas também pode ser um estímulo, como reforça outro registro: *“Valeu por ter orientado nossa descoberta, agora a gente também é cientista kkkkkkkk.”*.

O documento de autoavaliação (Apêndice 4) dispôs um campo para o registro de sugestões para cada uma das atividades realizadas na SD. Praticamente não houve registros porque, supostamente, os estudantes consideraram que elas estavam bem elaboradas sem necessidade de mudanças, como indicava no enunciado.

No entanto, reservou-se o direito de registro nas atividades, as seguintes sugestões: na Atividade 2, *“Precisava de mais tempo”*, sugerindo que as discussões envolvidas na situação-problema não contemplaram de forma suficiente para todos os participantes. O tempo destinado deve ser repensado para outros profissionais, que porventura, desejem fazer uso desta SD, na forma que bem servir, na íntegra ou adaptada. Ainda, nesta atividade: *“O professor é que deve dividir os grupos porque acaba com as panelinhas.”* Muito embora o apontamento do (a) estudante seja pertinente por uma ótica de permitir uma melhor distribuição entre perfis, a decisão da liberdade de constituição dos grupos dentro da turma, definida pelos próprios estudantes, estava mais voltada à intenção de facilitar os trabalhos. Isso porque todos os estudantes já se apresentavam distribuídos em grupos de constituição de TCC do seu curso técnico, apresentando suas afinidades colaborativas.

Para a Atividade 3 a sugestão foi de manutenção: *“Achei bem legal dividir a turma entre o laboratório e a biblioteca, assim cada um pesquisou em um note.”* Nesta situação, os grupos dentro da turma já estavam divididos e a divisão sugerida para ser mantida se refere à condição de oferecer recursos tecnológicos para todos os participantes, fato que somente seria possível pela adoção desta medida.

Na Atividade 4 o (a) estudante registra mais uma observação do que uma sugestão, mas que vale ser admitida na discussão: *“Não gostei muito de preparar as plantas para prensar com jornal, mas gostei de registrar as observações dos tamanhos das plantas, das folhas, das raízes e das bolinhas com bactérias.”* De acordo com o que seria a sugestão, pode-se considerar que a atividade deve oportunizar diferentes procedimentos para que a motivação e o interesse possam, de alguma estratégia disponibilizada, atingir o estudante com o propósito de estimular o pesquisador na modalidade que se apresenta.

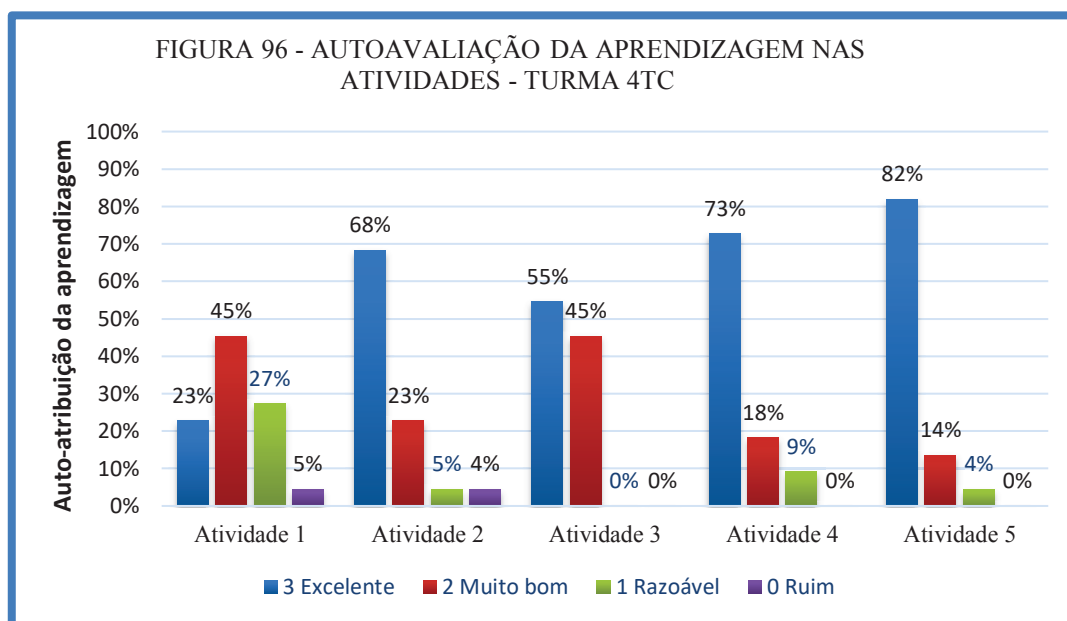
Nesta atividade a (o) estudante, em seu protagonismo ativo, ressalta a evidência de sua contribuição na construção dos processos: *“Aposto que o prof. Adorou a minha dica de usar o papel milimetrado para comparar o tamanho das plantas.”* A contribuição da (o) estudante foi muito relevante, pois a partir dela, os resultados produzidos foram de fácil comparação, permitindo o levantamento de dados que os conduziram para as conclusões que confirmariam ou descartariam a hipótese.

Na Atividade 5, a única sugestão registrada constou: *“Manero, pode continuar que a próxima galera vai topa essa parada.”* A indicação é positiva para a continuidade em outros anos, sugerindo que outros estudantes, de outros anos ou séries, deverão apresentar uma boa aceitação e uma boa e produtiva resposta.



Assim, os estudantes participantes tiveram a oportunidade completa de contribuir para a construção de etapas de aprendizagens para as quais desenvolveram seus estudos. E deste modo, avaliaram sobre os critérios de motivação, interesse e assimilação desse conhecimento, que foi socializado entre o grupo experimental.

FIGURA 96 – AUTOAVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS ATIVIDADES – TURMA 4TC



FONTE: O autor (2019)

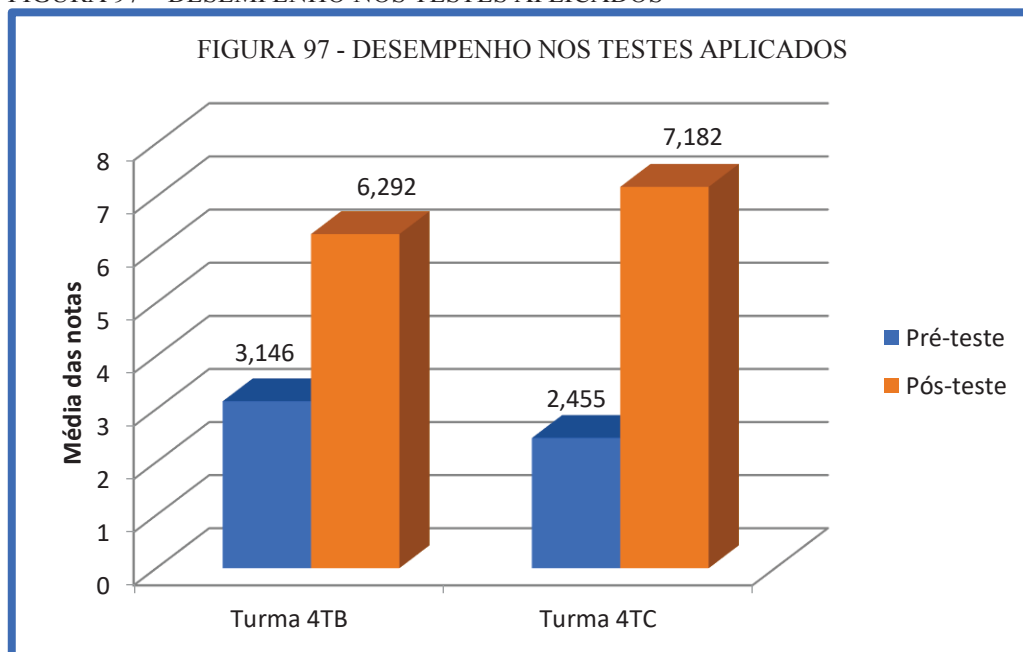
## 5.6 ANÁLISE PRÉ-TESTE X PÓS-TESTE

A FIGURA 97 apresenta o resultado das médias de acertos dos estudantes das turmas 4TB – Grupo Controle e 4TC – Grupo Experimental. É possível observar que o grupo controle obteve um sensível melhor desempenho quando comparadas as médias entre turmas no pré-teste aplicado. Este resultado sofre inversão de desempenho entre as turmas, ao repetir a verificação com os resultados comparados no pós-teste, pois o grupo experimental saiu-se melhor após a aplicação da metodologia ativa de aprendizagem.

Boas e Moreira (2012), com a análise dos resultados obtidos por meio do questionário, constataram que cerca de 60% dos estudantes das três escolas de ensino médio pesquisadas, apresentaram bom nível de conhecimentos sobre microrganismos. Observaram também que 40% dos estudantes desconhecem a importância dos microrganismos do solo.

Excluindo-se o aspecto do estudo dos autores citados anteriormente, observa-se nesta pesquisa que no pré-teste e pós-teste, os grupos respectivamente, atingiram valores percentuais bem próximos e melhorados, mas os contextos são divergentes para as causas e efeitos.

FIGURA 97 – DESEMPENHO NOS TESTES APLICADOS



FONTE: O autor (2019)

A FIGURA 98 apresenta os dados em colunas empilhadas facilitando a percepção, ao mesmo tempo, das diferenças das médias de acertos acumulados entre o pré-teste e o pós-teste e a breve aproximação entre as turmas, sugerindo não haver diferença entre a média final.

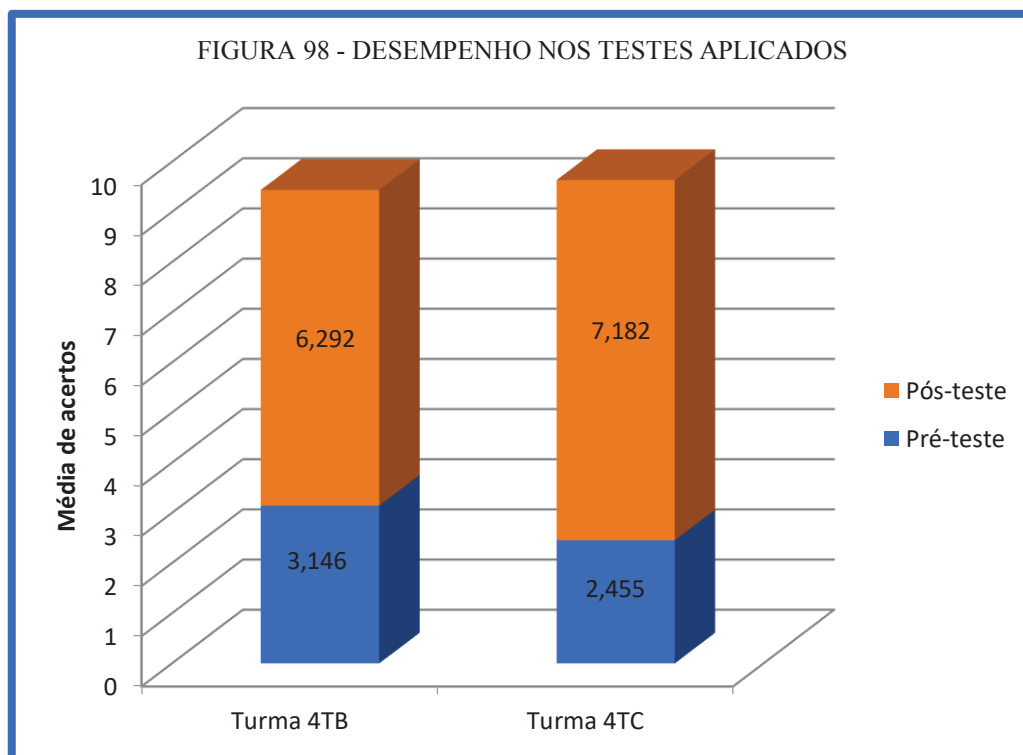
A ilustração do gráfico empilhado constitui-se em uma relevante contribuição para comparar o rendimento da turma 4TC, com um crescimento positivo nos resultados obtidos no pós-teste, ao término das atividades desenvolvidas na metodologia ativa pelo grupo experimental.

A saber que a turma 4TB comparada com a 4TC durante o ano escolar, apresentou um maior rendimento nas notas igual ou maior do que a média estadual, em que realizou-se um levantamento no número de estudantes abaixo da média na disciplina de Biologia ao longo dos trimestres do ano letivo, excluindo-se os casos de desistência, portanto, considerando-se apenas os estudantes que frequentaram o ano escolar no seu todo previsto em calendário.

Obteve-se que no primeiro trimestre o GCMT-4TB apresentou sete estudantes abaixo da média e o GEMA-4TC apresentou dez estudantes. No segundo trimestre o GCMT-4TB não apresentou nenhum estudante abaixo da média, enquanto o GEMA-4TC apresentou 6 estudantes abaixo do rendimento escolar e no terceiro trimestre, no comparativo, apenas o

GEMA-4TC teve um único caso de estudante abaixo da média, correspondente à situação de estudante com a média anual suficiente para lograr aprovação escolar com a soma dos trimestres anteriores, tratando-se de uma condição em que o estudante dedicou-se ao envolvimento prioritário no Trabalho de Conclusão do Curso Técnico em Administração.

FIGURA 98 – DESEMPENHO EM PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE APLICADOS NOS GRUPOS

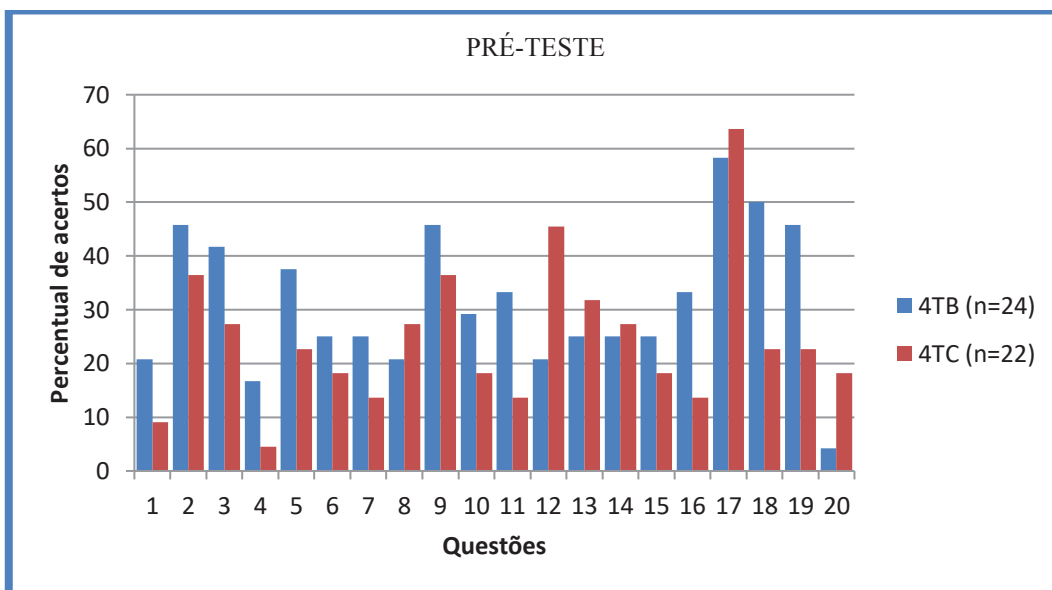


FONTE: O autor (2019)

Através da aplicação do Pré-teste, foi possível observar que o conteúdo explorado na apresentação das questões, tratou-se de novidade para os estudantes. Estes ainda não haviam tido a oportunidade de estudar o assunto ou pouco se recordavam dos anos anteriores. Isso contribuiu negativamente para o resultado no qual apenas um estudante, entre as duas turmas, atingiu a média, equivalente ao acerto em doze questões (FIGURA 99).

Kato (2006), cultivando soja para obtenção de nódulos radiculares de *Rhizobium*, obteve em pré-teste, antes das intervenções, o resultado de 29, 55% de acertos, considerando-se que a temática da microbiologia era conteúdo explorado quanto ao conhecimento prévio dos 504 participantes, envolvendo-se estudantes de ensino fundamental e médio.

FIGURA 99 – RESULTADO PERCENTUAL DE ACERTOS DE QUESTÕES NO PRÉ-TESTE



FONTE: O autor (2019).

O desempenho também pode ser conferido na TABELA 4, onde os percentuais de maior acerto por questão podem ser observados em negrito, comparando-se entre as turmas.

TABELA 4 – PERCENTUAL DE ACERTOS POR QUESTÃO DURANTE APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE

QUESTÃO	TURMA 4TB – GRUPO CONTROLE	TURMA 4TC – GRUPO EXPERIMENTAL
01	20,83	9,09
02	45,83	36,36
03	41,66	27,27
04	16,66	4,54
05	37,5	22,72
06	25	18,18
07	25	13,63
08	20,83	27,27
09	45,83	36,36
10	29,16	18,18
11	33,33	13,63
12	20,83	45,45
13	25	31,81
14	25	27,27
15	25	18,18
16	33,33	13,63
17	58,33	63,63
18	50	22,72
19	45,83	22,72
20	4,16	18,18

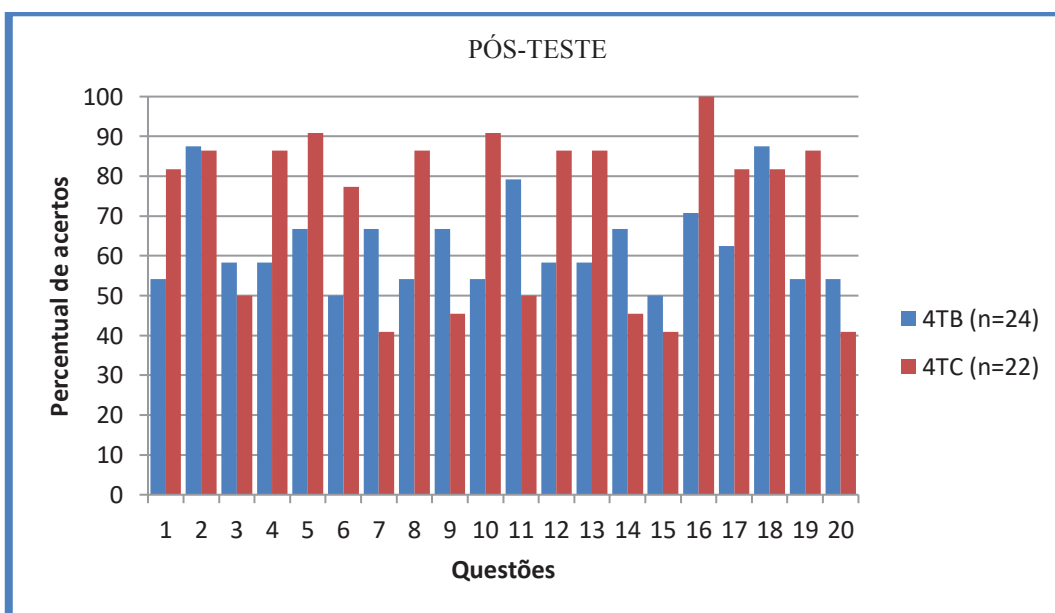
FONTE: O autor (2019).

NOTA: O destaque em negrito é registrado para o percentual de maior acerto para a questão entre as turmas.

Através da aplicação do Pós-teste, foi possível observar que, após a apresentação do conteúdo explorado, tanto na concepção da metodologia tradicional quanto na concepção ativa, pelo desenvolvimento do método investigativo, o resultado das notas melhorou bastante. Assim, 22 estudantes ficaram acima da média e todos os demais, permaneceram com a nota próxima da média, entre 4,0 e 5,5. Pela representação da FIGURA 100 é possível perceber que a Turma 4TC apresentou melhor desempenho para os estudantes que ficaram acima da média. De modo inversamente proporcional, verifica-se que a Turma 4TB apresentou melhor desempenho entre os estudantes que ficaram abaixo da média.

Realizando-se a intervenção pedagógica, Kato (2006), seguindo das dificuldades percebidas a partir do instrumento de coleta de dados fornecido pelo pré-questionário, considerando-se que o seu processo de aprendizagem foi estabelecido entre teoria e práticas, coletaram-se novos dados fornecidos pelo pós-questionário, cuja comparação dos resultados confirmou-se um efetivo melhoramento na aprendizagem. Tal condição foi obtida de forma similar neste estudo conforme os dados obtidos na Figura 68 evidenciam a grande melhora no rendimento de aprendizagem, especialmente da turma experimental (4TC) quando comparados com a Figura 99.

FIGURA 100 – RESULTADO PERCENTUAL DE ACERTOS DE QUESTÕES NO PÓS-TESTE



FONTE: O autor (2019)

O desempenho também pode ser conferido na TABELA 5 onde os percentuais de acerto por questão podem ser observados, comparando-se entre as turmas.

TABELA 5 – PERCENTUAL DE ACERTOS POR QUESTÃO DURANTE APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE

QUESTÃO	TURMA 4TB – GRUPO CONTROLE	TURMA 4TC – GRUPO EXPERIMENTAL
<b>01</b>	54,16	<b>81,81</b>
<b>02</b>	<b>87,5</b>	86,36
<b>03</b>	<b>58,33</b>	50
<b>04</b>	58,33	<b>86,36</b>
<b>05</b>	66,66	<b>90,9</b>
<b>06</b>	50	<b>77,27</b>
<b>07</b>	<b>66,66</b>	40,9
<b>08</b>	54,16	<b>86,36</b>
<b>09</b>	<b>66,66</b>	45,45
<b>10</b>	54,16	<b>90,9</b>
<b>11</b>	<b>79,16</b>	50
<b>12</b>	58,33	<b>86,36</b>
<b>13</b>	58,33	<b>86,36</b>
<b>14</b>	<b>66,66</b>	45,45
<b>15</b>	<b>50</b>	40,9
<b>16</b>	70,83	<b>100</b>
<b>17</b>	62,5	<b>81,81</b>
<b>18</b>	<b>87,5</b>	81,81
<b>19</b>	54,16	<b>86,36</b>
<b>20</b>	<b>54,16</b>	40,9

FONTE: O autor (2019).

NOTA: O destaque em negrito é registrado para o percentual de maior acerto para a questão entre as turmas.

#### 5.6.1. As questões: maiores facilidades X maiores dificuldades

Conforme a TABELA 6 pode-se perceber que as maiores dificuldades encontradas pelos estudantes da Turma 4TB do Grupo Controle – Metodologia Tradicional foi denotada nas questões em azul claro. A questão 01 tratava absolutamente os conteúdos explorados sobre a relação de simbiose entre planta e bactéria, sendo uma questão de fácil resolução, mas que pode ter ocorrido alguma distração. A questão 08, de média dificuldade, tratou da situação do efeito negativo que o uso do adubo promove impedindo a formação de nódulos em leguminosas. Esta condição confirmada por Bottomley e Myrold (2007), atestando que na forma mineral o N presente no solo afeta a fixação, promove a inibição da nodulação e a senescência dos nódulos formados. No mesmo contexto a Embrapa (2008) assegura que a redução da eficiência das bactérias é afetada pela ação de fertilizantes nitrogenados presentes do solo de cultivo. Este fenômeno pôde ser investigado pelos estudantes da outra turma na concepção investigativa. A questão 15, de difícil resolução, exigiu interpretação de texto, no recorte de uma sentença, extraída de revista de divulgação científica. Quanto à questão 20, exigiu-se também a interpretação, mas de média dificuldade, porque se relacionava com uma etapa do ciclo do Nitrogênio, estudado nas atividades de sala.



A partir da TABELA 6, podem-se observar, em destaque azul mais escuro, as questões que concorreram para o sucesso dos estudantes. A questão 02 foi de fácil resolução porque na aula expositiva um cartaz com o heterocisto de *Anabaena sp* foi apresentado aos estudantes, que logo associaram com a resposta. As questões 09 e 11 também envolveram etapas do ciclo do Nitrogênio, retomando as lembranças das atividades pós-vídeo, sem dificultar as respostas. As questões 17 e 18 abordaram o conteúdo de FBN, bastante desenvolvido, mesmo nas aulas tradicionais.

TABELA 6 – Quantidade de acertos por questão em pré-teste e pós-teste aplicados com a Turma 4TB do CEDAFB em Pinhais – novembro e dezembro de 2019.

Teste	Questões																			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pré	5	11	10	4	9	6	6	5	11	7	8	5	6	6	6	8	14	12	11	1
Pós	13	21	14	14	16	12	16	13	16	13	19	14	14	16	12	17	15	21	13	13
$\Sigma$	18	32	24	18	25	18	22	18	27	20	27	19	20	22	18	25	29	33	24	14

FONTE: O autor (2019)

 Questões de maior acerto entre os testes aplicados.  Questões de menor acerto entre os testes aplicados.

Ao analisar a TABELA 7, observa-se também, em azul claro, quais foram as maiores dificuldades apresentadas para os estudantes durante a resolução do Pós-teste, havendo sido desenvolvidas as atividades relacionadas, durante o processo de construção da SD, através da concepção da metodologia ativa de aprendizagem.

A questão 07, embora exigisse o conhecimento do ciclo do Nitrogênio, pode ser considerada de difícil resolução, pois ainda que apresentasse uma figura bem representativa, cobrou interpretação. A questão 11, também tratou do ciclo do Nitrogênio, envolvendo ações quimiossintetizantes de bactérias em suas etapas respectivas de nitrosação e nitratação, assunto comentado mais superficialmente na aula de vídeo. As questões 15 e 20 apresentaram-se igualmente difíceis entre as turmas, pois na resolução exigiu-se a interpretação.

Quanto às questões, ainda apresentadas na TABELA 7, considerou-se o azul escuro, para destacar as questões que apresentaram o maior número de acertos, relacionando os resultados entre o Pré-teste e o Pós-teste. Sendo assim, a questão 02, bate com o resultado da Turma 4TB, em que se justifica que a exploração de pranchas representativas auxilia na aprendizagem. No caso, o cartaz impresso da alga evidenciando o heterocisto, ficou como associação para a lembrança. Interessante que a questão 12 tratou do processo da “adubação verde” e este conteúdo foi desenvolvido como tarefa extra para que os estudantes, a partir de

um texto selecionado. Após leitura em casa, eles deveriam retomá-lo durante as considerações finais de ambas as SD. Para a questão 13, esperava-se o resultado porque se tratou de uma questão de fácil resolução, descartando-se a evaporação do ciclo do Nitrogênio. Quanto à questão 17, envolvendo o plano de rotação de culturas com a inclusão de leguminosas e associação com bactérias, não somou dificuldade, pois através das atividades de investigação atingiram-se vários aspectos fundamentais da Ecologia com Microbiologia de bactérias do solo.

**TABELA 7 – Quantidade de acertos por questão em pré-teste e pós-teste aplicados com a Turma 4TC do CEDAFB em Pinhais – novembro e dezembro de 2019.**

Teste	Questões																			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pré	2	8	6	1	5	4	3	6	8	4	3	10	7	6	4	3	14	5	5	4
Pós	18	19	11	19	20	17	9	19	10	20	11	19	19	10	9	22	18	18	19	9
Σ	20	27	17	20	25	21	12	25	18	24	14	29	26	16	13	25	32	23	24	13

FONTE: O autor (2019)

 Questões de maior acerto entre os testes aplicados.  Questões de menor acerto entre os testes aplicados.

É possível constatar que a média de 15,8 do pós-teste, atribuído ao GEMA-4TC foi a maior entre as aplicações e que o teste mostrou que existe diferença entre os quatro grupos avaliados, mas não indica entre quais se destaca essa diferença (TABELA 8).

**TABELA 8 – ANOVA: FATOR ÚNICO RESUMO DA METODOLOGIA DE ENSINO EM FUNÇÃO DOS ACERTOS POR QUESTÃO**

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1 GCMT 4TB PRÉ-TESTE	20	151	7,55	10,15526
Linha 2 GCMT 4TB PÓS-TESTE	20	302	15,1	7,252632
Linha 3 GEMA 4TC PRÉ-TESTE	20	108	5,4	8,884211
Linha 4 GEMA 4TC PÓS-TESTE	20	316	15,8	21,22105

FONTE: O autor (2020).

Nota: \*Soma obtida pelo total de acertos por questão no teste aplicado aos estudantes.

\*\*Média obtida pela divisão direta do valor da Soma pela Contagem (questões).

**TABELA 9 – ANOVA: FATOR ÚNICO PARA METODOLOGIA DE ENSINO EM FUNÇÃO DOS ACERTOS POR QUESTÃO**

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
Entre grupos	1662,138	3	554,0458	46,64357	0,0000000000000000333	2,724944
Dentro dos grupos	902,75	76	11,87829			

Total 2564,888 79

FONTE: O autor (2020).

Considerando-se os acertos por questão (TABELA 10), a interpretação dos dados pode ser verificada na TABELA 9, onde o resultado de  $F = 46,6$  ultrapassando o  $F$  crítico, cujo resultado apresentado é de 2,725, nos permite descartar a hipótese nula ( $H_0$ ) de que não existiram diferenças significativas entre os grupos aplicados. Como foram testados os quatro grupos, confirmou-se a diferença entre estes grupos, mas não é possível afirmar que a diferença tenha ocorrido entre as metodologias, pois o Anova aqui, não destaca entre quais grupos essa diferença se expressa, aceitando-se a hipótese alternativa de que existe diferença significativa entre os resultados de acertos nas questões entre o pré-teste e o pós-teste e como no demonstrativo do resumo pode-se observar que o GEMA-4TC, em Pós-teste apresentou uma variância muito maior. Essa mesma interpretação pode ser constatada ao verificar que o resultado do  $p$ -valor = 3,33E-17 em notação científica, muito menor que 0,05.

TABELA 10 – ANOVA: FATOR DUPLO SEM REPETIÇÃO PARA ACERTOS POR QUESTÃO				
RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1 GCMT 4TB PRÉ-TESTE	20	151	7,55	10,15526
Linha 2 GCMT 4TB PÓS-TESTE	20	302	15,1	7,252632
Linha 3 GEMA 4TC PRÉ-TESTE	20	108	5,4	8,884211
Linha 4 GEMA 4TC PÓS-TESTE	20	316	15,8	21,22105
Coluna 1 – QUESTÃO 01	4	38	9,5	53,66667
Coluna 2 – QUESTÃO 02	4	59	14,75	38,91667
Coluna 3 – QUESTÃO 03	4	41	10,25	10,91667
Coluna 4 – QUESTÃO 04	4	38	9,5	71
Coluna 5 – QUESTÃO 05	4	50	12,5	45,66667
Coluna 6 – QUESTÃO 06	4	39	9,75	34,91667
Coluna 7 – QUESTÃO 07	4	34	8,5	31
Coluna 8 – QUESTÃO 08	4	43	10,75	42,91667
Coluna 9 – QUESTÃO 09	4	45	11,25	11,58333
Coluna 10 – QUESTÃO 10	4	44	11	50
Coluna 11 – QUESTÃO 11	4	41	10,25	44,91667
Coluna 12 – QUESTÃO 12	4	48	12	35,33333
Coluna 13 – QUESTÃO 13	4	46	11,5	37,66667
Coluna 14 – QUESTÃO 14	4	38	9,5	22,33333
Coluna 15 – QUESTÃO 15	4	31	7,75	12,25
Coluna 16 – QUESTÃO 16	4	50	12,5	73,66667
Coluna 17 – QUESTÃO 17	4	61	15,25	3,583333
Coluna 18 – QUESTÃO 18	4	56	14	50
Coluna 19 – QUESTÃO 19	4	48	12	33,33333
Coluna 20 – QUESTÃO 20	4	27	6,75	28,25
FONTE: O autor (2020).				

A análise dos testes aplicados, considerando-se os acertos por questão (TABELA 11), revela o resultado de  $F = 59,18267$ , muito maior que o resultado obtido no  $F$  crítico = 2,766438, em que mantém-se a hipótese alternativa, a qual nos sugere que existe diferença significativa entre os testes aplicados, corroborando com o  $p$ -valor =  $1,65E-17$ , em notação científica e bem menor que o 0,05, atribuído na significância.

Quanto a influência da metodologia aplicada sobre os acertos nas questões atribuídas nos testes o resultado apresentado foi de  $F = 2,075312$  que comparado com o resultado do  $F$  crítico = 1,771972, ou seja, bem maior, corroborando com a análise do  $p$ -valor (tabelado) = 0,017772, menor do que o valor de 0,05 atribuído na significância, rejeitando-se a hipótese nula e admitindo-se a hipótese alternativa em que os resultados de acertos melhoraram devido a metodologia ativa de aprendizagem investigativa atribuída na SD (TABELA 11).

TABELA 11 – ANOVA FATOR DUPLO SEM REPETIÇÃO NA QUANTIDADE DE ACERTO/QUESTÕES						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
Linhas – Testes aplicados	1662,138	3	554,0458	59,18267	0,00000000000000000165	2,766438
Colunas – Questões do teste	369,1375	19	19,42829	2,075312	0,017772	1,771972
Erro	533,6125	57	9,361623			
Total	2564,888	79				
FONTE: O autor (2020).						

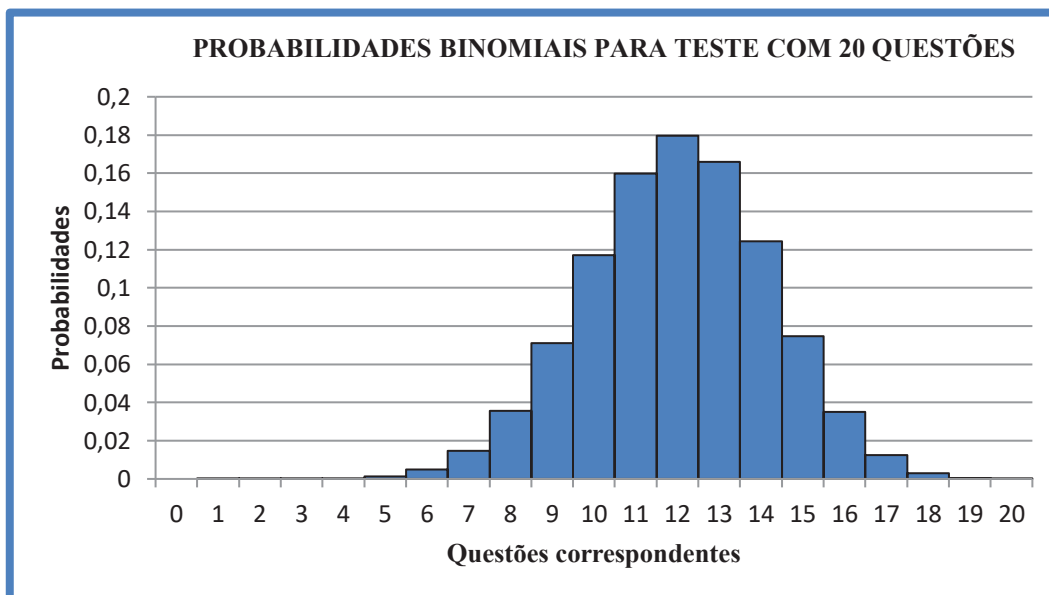
### 5.6.2 Análise da distribuição binomial de Bernoulli

Considerou-se o valor de  $p = 0,6$  para o sucesso e o valor de  $q = 0,4$ ; sendo  $n$  correspondente ao número de questões. Obteve-se que  $n \times p$  sendo 12, equivalente a 12 questões para concorrer para o número de questões a satisfazer o sucesso (TABELA 12).

TABELA 12 – DADOS DA DISTRIBUIÇÃO DE BERNOULLI	
Binomial	Valores
<b>n</b>	<b>20</b>
<b>p</b>	<b>0,6</b>
<b>1-p</b>	<b>0,4</b>
<b><math>n \times p</math></b>	<b>12</b>
<b><math>n \times (1-p)</math></b>	<b>8</b>
FONTE: O autor (2019).	

A TABELA 12 contém os dados utilizados pelo programa para construir a FIGURA 101, que apresenta a curva provável de distribuição de sucesso nas probabilidades binomiais para o teste elaborado com 20 questões, sendo o  $p = 0,6$ . Na figura é fácil perceber que os erros, ou insucessos, assim como os acertos ou sucesso, se distribuem de forma equivalente para os extremos das caudas.

FIGURA 101 – PROBABILIDADES BINOMIAIS PARA TESTE COM 20 QUESTÕES



FONTE: O autor (2019).

Aplicando-se a distribuição binomial através do aplicativo do programa para as notas obtidas após a realização do Pré-teste e do Pós-teste para a Turma 4TB, obtiveram-se os descritivos apresentados na TABELA 13.

Observar que os valores de incrementos contidos nas TABELAS 9 e 10, foram atribuídas diretamente pelo programa, vinculadas com as médias a mais e a menos, sugeridas no desvio padrão para a construção dos gráficos nas FIGURAS 102 e 103.

TABELA 13 – DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL TURMA 4TB

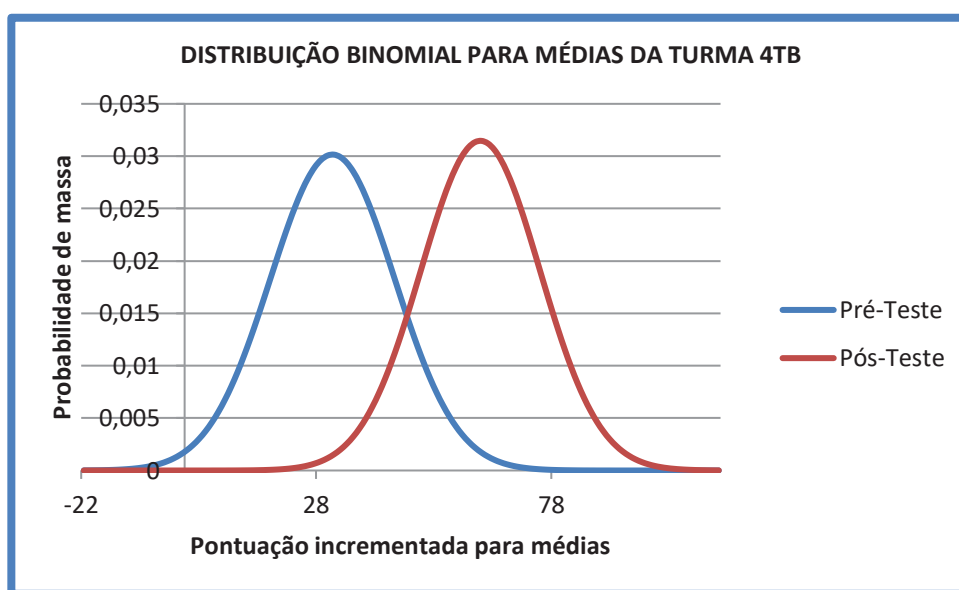
DADOS OBTIDOS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Média	31,45833	62,91667
Desvio Padrão	13,22704	12,676293
Média + 4dp	84,36651	113,62184
Média – 4dp	-21,44985	12,211494

FONTE: O autor (2019).

NOTA: Dados obtidos do aplicativo Excel utilizados nesta tabela e na FIGURA 102. Sendo o início do eixo X em -21,44985; o fim do eixo X em 113,6218; Pontos = 100 e incremento de 1,36436.

Através do mesmo *software*, utilizou-se a fórmula de distribuição binomial para as médias da Turma 4TB em Pré-teste e Pós-teste, a partir dos dados apresentados na TABELA 13, com os quais se construiu o gráfico das curvas da distribuição normal, apresentados na FIGURA 102. Nota-se que os resultados das notas melhoram no Pós-teste, conforme se esperava, pois, os estudantes, na ocasião, já haviam desenvolvido conteúdos de aprendizagem em atividades ao longo das aulas tradicionais, apresentadas na forma expositiva.

FIGURA 102 – DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL PARA MÉDIAS DA TURMA 4TB



FONTE: O autor (2019).

Da mesma forma, aplicando-se a distribuição binomial através do aplicativo de *software* para as notas obtidas após a realização do Pré-teste e do Pós-teste para a Turma 4TC, obtiveram-se os descritivos apresentados na TABELA 14.

TABELA 14 – DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL TURMA 4TC

DADOS OBTIDOS	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Média	24,54545	71,81818
Desvio Padrão	10,79121	13,14257
Média + 4dp	67,7103	124,3885
Média – 4dp	-18,6194	19,24788

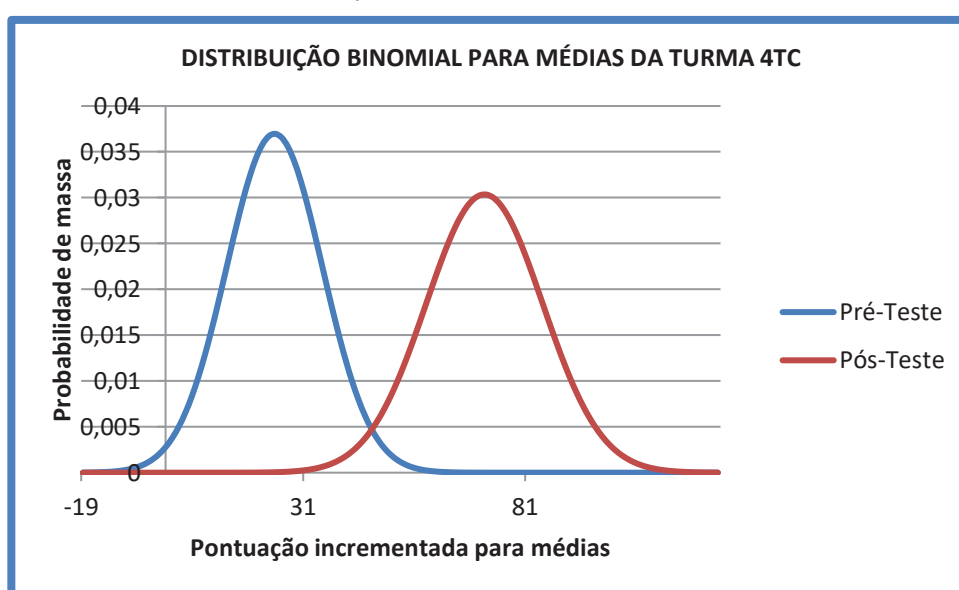
FONTE: O autor (2019).

NOTA: Dados obtidos do aplicativo Excel utilizados nesta tabela e na FIGURA 103. Sendo o início do eixo X em -18,6194; o fim do eixo X em 124,3885; Pontos = 100 e incremento de 1,444524.



Processando os dados com o mesmo programa de informática, utilizou-se a fórmula de distribuição binomial para as médias da Turma 4TC em Pré-teste e Pós-teste, a partir dos dados apresentados na TABELA 14, com os quais se construiu o gráfico das curvas da distribuição normal, apresentados na FIGURA 103. Nota-se que os resultados das notas também melhoram no Pós-teste, conforme se esperava, pois, os estudantes, na ocasião, já haviam desenvolvido conteúdos de aprendizagem em atividades ativas ao longo das aulas investigativas.

FIGURA 103 – DISTRIBUIÇÃO BINOMIAL PARA MÉDIAS DA TURMA 4TC



FONTE: O autor (2019).

### 5.6.3 Teste-*t*: duas amostras em par para médias – 4TB

Sendo o intervalo para a variável 1 as notas conferidas no pré-teste e o intervalo da variável 2 as notas obtidas no pós-teste. Os resultados foram apresentados em uma nova planilha (TABELA 15) para não confundir com os dados de origem, criada no próprio programa, sendo os números ajustados para três casas decimais.

Assim, têm-se apresentados os dados para a média das notas do pré-teste sendo Média igual a 3,146 e para o pós-teste a Média igual a 6,292, em que se obteve o resultado para o Teste *t* de *Student* pareado, onde o *P* é menor do 0,05, sendo deste modo, significativo. A média do pós-teste foi maior do que a do pré-teste, indicando evidências de que os estudantes após exposição do conteúdo teórico apresentaram uma diferença real e não aleatória entre as notas, ou seja, pode-se atribuir que houve um melhor desempenho da Turma 4TB no pós-teste.

TABELA 15 - TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS EM PAR PARA MÉDIAS 4TB		
Turma 4TB – Grupo Controle	Nota Pré-Teste	Nota Pós-Teste
Média	3,146	6,292
Variância	1,750	1,607
Observações	24,000	24,000
Correlação de Pearson	0,849	
Hipótese da diferença de média	-	
<i>gl</i>	23,000	
<i>Stat t</i>	- 21,571	
P(T<= <i>t</i> ) uni-caudal	0,0000000000000000462	
<i>t</i> crítico uni-caudal	1,714	
P(T<= <i>t</i> ) bi-caudal	0,0000000000000000924	
<i>t</i> crítico bi-caudal	2,069	
FONTE: O autor (2019).		

#### 5.6.4 Teste-*t*: duas amostras em par para médias – 4TC

Sendo o intervalo para a variável 1 as notas conferidas no pré-teste e o intervalo da variável 2 as notas obtidas no pós-teste (TABELA 16).

Comparando-se os resultados da Turma 4TB – Grupo Controle, com a Turma 4TC – Grupo Experimental, verifica-se a proximidade, pois a Média alcançada pelo 4TC no pré-teste foi igual a 2,455 evidenciando uma diferença mínima de 0,691 em favor do Grupo Controle. Já, quando analisadas as médias do pós-teste, o favorecimento reverte de lado, pois a Turma 4TC ao atingir a Média igual a 7,182 apresenta uma singela diferença sendo 0,89 maior.

Sendo os dados das médias do Grupo Experimental, também submetidos ao Teste *t* de *Student* pareado, onde o *P* é menor do que 0,05, sendo deste modo, significativo. A média do pós-teste foi maior do que a do pré-teste, evidenciando que os estudantes após o desenvolvimento de metodologias ativas em caráter investigativo apresentaram ocorrência de uma diferença real e não aleatória entre as notas, ou seja, pode-se atribuir que houve também um melhor desempenho da Turma 4TC no pós-teste.

Muito embora a turma do Grupo Experimental tenha apresentado um resultado acumulado de suas médias em pré-teste e pós-teste, relativamente maior, os resultados foram também muito próximos, portanto, coube continuar a análise estatística para confirmar a ocorrência de diferenças significativas entre as turmas envolvidas no estudo.

TABELA 16 - TESTE- <i>t</i> : DUAS AMOSTRAS EM PAR PARA MÉDIAS 4TC		
Turma 4TC – Grupo Experimental	Nota Pré-teste	Nota Pós-teste
Média	2,455	7,182
Variância	1,165	1,727
Observações	22,000	22,000
Correlação de Pearson	0,862	
Hipótese da diferença de média	-	
<i>gl</i>	21,000	
<i>Stat t</i>	-33,205	
P( $T \leq t$ ) uni-caudal	0,0000000000000000000617	
<i>t</i> crítico uni-caudal	1,721	
P( $T \leq t$ ) bi-caudal	0,0000000000000000000123	
<i>t</i> crítico bi-caudal	2,080	
FONTE: O autor (2019).		

#### 5.6.5 Teste-*t*: para variâncias supostamente iguais – 4TB e 4TC

Considerando os resultados para o grupo GCMT 4TB cujas médias em pré-teste de 3,146 e de pós-teste de 6,292 gerou-se a média das médias com o resultado de 4,719. Para o grupo GEMA 4TC em que as médias atingidas em pré-teste foi de 2,455 e em pós-teste de 7,182 gerou-se a média das médias com o resultado de 4,819.

Estes resultados aproximaram o desempenho das turmas com relação as médias que ficaram bem próximas.

Aplicando-se o Teste  $F = 0,747608$  cujo valor foi maior do que 0,05 atribuído na significância comparativa, interpretou-se que não ocorreu diferenças, admitindo-se a hipótese nula para caso de variâncias supostamente iguais (TABELA17).

TABELA 17 – COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DAS TURMAS 4TB E 4TC EM PRÉ E PÓS-TESTE			
Grupo	Média Pré-teste	Média Pós-teste	Média das Médias
GCMT 4TB	3,146	6,292	4,719
GEMA 4TC	2,455	7,182	4,819
FONTE: O autor (2020).			
NOTA: O resultado do Teste $F = 0,747608 > 0,05$ sugerindo tratar-se de variâncias supostamente iguais.			

Para comparar as médias do pós-teste entre as duas turmas, foram editadas todas as notas obtidas pelos estudantes na aplicação do procedimento a partir da planilha do programa do *software* com a qual se obteve o cálculo da média do Grupo Controle – 4TB igual a 6,239130435 e do Grupo Experimental – 4TC igual a 7,214285714. Como o resultado das médias foi próximo, aplicou-se o Teste F para verificar as condições das variâncias dos dois grupos. Assim, o resultado obtido no Teste F (TABELA 18) foi de p-valor de 0,80648313, isto é, maior do que 0,05 atribuído na significância. Isso indica que não há uma diferença significativa entre as variâncias, concluindo-se tratar do caso supostamente de variâncias iguais ou homocedásticas. Esta informação é importante para a aplicação na planilha do programa quando da aplicação no Teste *t* de *Student*.

O Teste *t* de *Student*, portanto, foi aplicado para grupos de observações independentes com variâncias, dentre esses dois grupos, supostamente iguais e utilizando a formulação disponível no programa. Na fórmula, informou-se aos dados a distribuição unicaudal para o tipo de teste a ser usado e com variação igual de duas amostras conforme obtido no Teste F.

Com estes dados, o resultado do p-valor tabelado foi de 0,008593145 de acordo com o programa e a interpretação deste resultado é que o p-valor foi menor do que 0,05 atribuído na significância, rejeitando-se a hipótese nula. Portanto, permite-se concluir que há diferença significativa entre as médias do Grupo Controle – Turma 4TB e do Grupo Experimental – Turma 4TC. Ainda é possível dizer que a Turma 4TC apresentou melhor resposta ao aprendizado pela metodologia ativa, confirmando a relevância de vivências em que o protagonismo acadêmico foi incentivado por ações de iniciação científica no ambiente escolar, já no ensino básico.

TABELA 18 - TESTE- <i>t</i> : PARA VARIÂNCIAS SUPOSTAMENTE IGUAIS EM PÓS-TESTE			
	Dados	Turma 4TB Pós-teste	Turma 4TC Pós-teste
Média		6,239130435	7,214285714
n		24	22
Teste <i>F</i>		0,80648313	idem
Variância de acordo com Teste <i>F</i>		Supostamente igual	Supostamente igual
P		>0,05	idem
Resultado para P>0,05		Não se rejeita $H_0$	idem
Teste <i>t</i> (Tabelado)		0,008593145	idem
P		<0,05	
Resultado para P<0,05		Rejeita-se $H_0$	
FONTE: O autor (2019).			

### 5.6.6 ANOVA análise pré-teste x pós-teste para turma 4TB e 4TC

A análise estatística *ANOVA* foi realizada através do programa para fator único considerando o desempenho de acertos dos estudantes da Turma 4TB, caracterizada como Grupo Controle de Metodologia Tradicional (GCMT 4TB) e dos estudantes da Turma 4TC, caracterizada como Grupo Experimental de Metodologia Ativa (GEMA 4TC).

Após as aplicações do Pré-teste e do Pós-teste para o GCMT 4TB, procedendo a análise de variâncias indicou existir diferença entre a quantidade de acertos, considerando as médias e os resultados obtidos, podendo ser verificado na TABELA 19. Outro resultado relevante pode ser verificado na TABELA 20, onde se obteve o p-valor muito baixo, representado por notação científica, cuja transformação em número absoluto, apresentado com números decimais, resultou em p-valor = 0,0000000000736.

TABELA 19 – ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – RESUMO TURMA 4TB				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
GCMT 4TB Pré-teste	24	75,5	3,145833	1,749547
GCMT 4TB Pós-teste	24	151	6,291667	1,606884
FONTE: O autor (2019).				

TABELA 20 – ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DA TURMA 4TB NO PRÉ E PÓS-TESTE						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
Entre grupos	118,7552	1	118,7552	70,76279	0,0000000000736	4,051749
Dentro dos grupos	77,19792	46	1,678216			
Total	195,9531	47				
FONTE: O autor (2019).						

O mesmo procedimento foi submetido ao GEMA 4TC e os dados com os resultados similares em que o rendimento no pós-teste foi bem melhor ao comparar-se os resultados de acertos pelas médias, os quais podem ser verificados na TABELA 21. É relevante considerar que embora o p-valor = 0,000000000000000233 (TABELA 22), seja menor ao resultado obtido pelo outro grupo, o resultado sugere apenas que exista diferença entre eles, pois como os resultados foram obtidos em separado, analisando-se grupo a grupo, a análise não permite se chegar a alguma confirmação.

TABELA 21 – ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – RESUMO TURMA 4TC				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
GEMA 4TC Pré-teste	22	54	2,454545	1,164502
GEMA 4TC Pós-teste	22	158	7,181818	1,727273
FONTE: O autor (2019).				

TABELA 22 – ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DA TURMA 4TC NO PRÉ E PÓS-TESTE						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
Entre grupos	245,8182	1	245,8182	170,012	0,000000000000000233	4,072654
Dentro dos grupos	60,72727	42	1,445887			
Total	306,5455	43				
FONTE: O autor (2019).						

Dessa forma, a análise da variância indicou que existe diferença entre a quantidade de acertos entre o resultado obtido no Pré-teste e o do Pós-teste, que pode ser verificado nas TABELA 19 para a Turma 4TB e na TABELA 21 para a Turma 4TC. A análise da variância indicou apenas que houve diferença entre os grupos. No entanto, para se verificar o nível de significância dessa diferença deve-se observar a TABELA 20 que apresenta o p-valor foi igual a 0,0000000000736 para a Turma 4TB e na TABELA 22 que apresenta o p-valor foi igual a 0,000000000000000233 para a Turma 4TC.

Assim, as comparações estabelecidas entre o p-valor obtido pelas turmas 4TB e 4TC, corroboram com o resultado obtido na TABELA 18, em que se aplicou o Teste-*t* para variâncias supostamente iguais. A Turma 4TC, embora tenha média muito próxima da Turma 4TB, apresentou diferença significativa, implicando que o estudo investigativo contribuiu para a melhoria da aprendizagem destes estudantes através da exploração de metodologias ativas.

Para confirmar se as médias das turmas em pós-teste constituíram diferenças verdadeiramente significativas, recorreu-se as ferramentas estatísticas de análise de variâncias para fator único, cujos dados são apresentados na TABELA 23.

Na TABELA 24 também foi apresentado o p-valor (tabelado) = 0,024017 < 0,05 atribuído na significância. Como os valores da variância para GCMT 4TB foi de 1,606884 e para GEMA 4TC foi de 1,727273, supostamente bem próximos, recorreu-se a outras análises que permitissem confirmar e confrontar os resultados.



TABELA 23 – ANÁLISE ANOVA: FATOR ÚNICO – TURMAS 4TB E 4TC NO PÓS-TESTE				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
GCMT 4TB Pós-teste	24	151	6,291667	1,606884
GEMA 4TC Pós-teste	22	158	7,181818	1,727273
FONTE: O autor (2019).				

TABELA 24 – ANÁLISE ANOVA NO DESEMPENHO DAS TURMAS 4TB E 4TC NO PÓS-TESTE						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	P-valor	F crítico
Entre grupos	9,095026	1	9,095026	5,464637	0,024017	4,061706
Dentro dos grupos	73,23106	44	1,664342			
Total	82,32609	45				
FONTE: O autor (2019).						

Atribuindo-se o Teste F (TABELA 25), este demonstrou que não houve diferença significativa entre os valores de observância encontrados entre as médias obtidas em pós-teste entre o GCMT 4TB e GEMA 4TC analisados, pois sendo  $F(\text{calculado}) = 0,93 > F(\text{tabelado}) = 0,49$  e o  $p\text{-valor} = 0,43 > 0,05$  atribuído na significância, confirmando que os grupos apresentaram variâncias supostamente equivalentes e assim, permitindo que o *Teste-t* de *Student* pudesse ser realizado para verificar a existência de diferença significativa entre os dois grupos, vinculados independentemente por tratamentos de metodologias de aprendizagens através das duas diferentes concepções de ensino investigadas.

TABELA 25 – TESTE-F: DUAS AMOSTRAS PARA VARIÂNCIAS EQUIVALENTES		
	GCMT4TB PÓS-TESTE	GEMA 4TC PÓS-TESTE
Média	6,291667	7,181818
Variância	1,606884	1,727273
Observações	24	22
gl	23	21
F	0,930301	
P(F<=f) uni-caudal	0,430961	
F crítico uni-caudal	0,491248	
FONTE: O autor (2020).		

Analisando os dados na TABELA 26 em que se utilizou do *Teste-t* de *Student* para duas amostras presumindo variâncias equivalentes, o resultado obtido foi de um  $p\text{-valor}$  (tabelado)  $= 0,012009 < 0,05$  atribuído na significância de confiabilidade no teste. Este resultado por apresentar-se menor, rejeitou-se a hipótese nula, admitindo-se a interpretação de

que existe diferença significativa entre as médias dos pós-testes entre GCMT 4TB e GEMA 4TC, corroborando com o resultado antevisto na TABELA 24.

TABELA 26 - TESTE-t: DUAS AMOSTRAS PRESUMINDO VARIÂNCIAS EQUIVALENTES		
	GCMT4TB PÓS-TESTE	GEMA 4TC PÓS-TESTE
Média	6,291667	7,181818
Variância	1,606884	1,727273
Observações	24	22
Variância agrupada	1,664342	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	44	
Stat t	-2,33766	
P(T<=t) uni-caudal	0,012009	
t crítico uni-caudal	1,68023	
P(T<=t) bi-caudal	0,024017	
t crítico bi-caudal	2,015368	
FONTE: O autor (2020).		

Sendo os dados apresentados na TABELA 26 em favor do GEMA 4TC, pode-se atribuir que a diferença seja o resultado da aplicação de metodologias ativas nas quais a sequência didática desenvolveu estratégias investigativas com a cooperação protagonista dos estudantes pesquisadores.

Como última verificação, o cálculo obtido a partir da diferença das médias em pós-teste, permitiu levantar o dado que o rendimento do grupo experimental, envolvido na metodologia ativa, apresentou um melhor desempenho<sup>14</sup> 14% na nota, em relação ao grupo controle da metodologia tradicional de ensino, corroborando para o entendimento que estudantes motivados por estratégias de ensino promotoras do protagonismo estudantil, favorecem o processo de apropriação do conhecimento produzido de forma colaborativa no ambiente de aprendizagem.

---

<sup>14</sup> Cálculo de desempenho obtido a partir da diferença das médias em pós-teste (4TC = 7,18 e 4TB = 6,29), em que:  $[(7,18 - 6,29 = 0,89); (0,89 / 6,29 = 0,14) \text{ e } (0,14 \times 100 = 14\%)]$ .

## 6. CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver colaborativamente com os estudantes uma SD investigativa para exploração da aprendizagem de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através da metodologia ativa.

Por meio da SD aplicada com a metodologia ativa, os estudantes puderam compreender a importância da simbiose entre os agentes envolvidos no processo de fixação de nitrogênio atmosférico.

Através da SD os estudantes protagonizaram um estudo de aprendizagem significativa para o processo de simbiose desenvolvido nos nódulos radiculares da planta utilizada.

A SD oportunizou a iniciação científica através da metodologia ativa para uma aprendizagem investigativa.

A SD tornou-se um produto educacional livre disponibilizado para uso em repetições na integralidade, parcialidade ou de acordo com as adaptações convenientes desejadas, respeitando a citação da autoria.

O estudo permitiu estabelecer parâmetros de significância de aprendizagens comparando-se as metodologias ativa e tradicional por meio da avaliação das SD exploradas.

A metodologia ativa mostrou-se mais eficaz no aprendizado do que a metodologia tradicional, evidenciando o progresso obtido pelos estudantes protagonistas, cujo desempenho acadêmico mostrou-se inferior ao longo do ano em comparação com a outra turma no quesito alunos abaixo da média.

A metodologia ativa permitiu a associação do conteúdo programático teórico com atividades investigativas em botânica e em microbiologia através da observação microscópica real dos rizóbios teóricos aos estudantes.

A estatística evidenciou que não existiu diferença significativa no perfil socioeducacional dos estudantes participantes. Já nas avaliações das Sequências Didáticas, demonstrou que entre os processos de ensino, a metodologia ativa apresentou significância como melhor estratégia de aprendizagem com um desempenho 14% maior na nota.

O presente estudo permitiu um grande aprimoramento no processo de formação continuada, contribuindo também para a melhoria na qualidade do ensino de Biologia na educação básica oferecida.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo constituiu uma relevante contribuição para a reflexão da prática pedagógica sobre o ensino e a aprendizagem de Biologia, não sobre o que ensinar, mas o como pode ser diferente e motivador o encaminhamento desse ensino. Um mesmo conteúdo de aprendizagem pode ser muito diversificado na forma de encaminhar o seu desenvolvimento. Não se pode meramente descreditar toda a contribuição promovida pelo ensino tradicional clássico, ainda que pese toda a sua crítica, extremamente pertinente ao que se refere ao “conteudista” em seu processo de transmissão.

Era esperado que houvesse um distanciamento maior entre as metodologias confrontadas na pesquisa. No entanto, embora significativos, ainda assim os resultados foram bem justapostos, quase equivalentes ao seu primeiro olhar. Dessa forma, as ferramentas de estatística entraram em cena, corroborando para evidenciar a significância da metodologia ativa de aprendizagem com desempenho 14% maior na nota.

Todavia, as proposições investigativas, associando a prática com a teoria e vice-versa, possibilitaram o transporte do estudante para o universo da ciência, e foi nessa abordagem que a viagem permitiu a aproximação tanto de um estudo promotor de apropriação de um conhecimento construído coletivamente, quanto da interação entre acadêmicos desagregados, em suas relações de círculo de convívio, desgastadas pelo final de conclusão de curso técnico.

Os estudantes despertaram para além da curiosidade, orientaram-se nas tomadas de decisões, mesmo entre aqueles estudantes que se mostraram tão indecisos quanto à continuidade nos estudos, como se registrou nas observações dos instrumentos de coleta de dados, pois praticamente ao final da pesquisa eles também finalizavam sua etapa na educação básica e a participação nas atividades deste estudo mostraram novas oportunidades “adormecidas” para a continuidade em outras áreas do conhecimento, vinculadas à Biologia, como a Biomedicina.

Considerou-se a escolha da relação mutualística para a exploração da temática uma adoção muito feliz, pois o estudante foi provocado a sair da linha de conforto e motivar-se a buscar suas descobertas, compreendendo a importância do processo de fixação biológica de Nitrogênio.

A concepção investigativa demonstrou-se muito mais positiva ao acompanhar o desempenho prévio e após aplicação dos testes, confirmando-se que o estudo contribuiu para a melhoria da qualidade do ensino, pois a turma que seguiu a sequência didática tradicional, sempre apresentou um rendimento escolar melhor nas aulas de Biologia. Entretanto, ao final deste estudo, a turma da metodologia ativa, em termos de rendimentos, equalizou as diferenças

iniciais, balanceando o aprendizado, com uma significativa vantagem conferida no tratamento estatístico.

Sendo assim, o produto gerado na forma de sequência didática (APÊNDICE 5) poderá contribuir para que outros profissionais no ensino de Biologia se disponham a fazer seu uso, ingressando neste grande laboratório de investigação que é o ambiente ao nosso redor.

Por fim, o que dizer sobre uma aplicação em que se aprendeu muito e juntos? Num estudo em que o docente aprendeu com seus discentes e para os quais pensou oferecer um processo diferenciado e prazeroso de fazer ciência? Conquistado pela sequência didática que foi gradativamente se fazendo construir colaborativamente com os estudantes, dentro da organização e da automotivação, marcada pelo protagonismo acadêmico somente proporcionado pelo ensino investigativo. Dizer que a transposição didática foi alcançada com sucesso pelos estudantes.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U.E. & SASTRE, G. (orgs.) **Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium spp*) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1435-1442, 2007. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/6238.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA; Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico Senac**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013. Disponível em: <<https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349/333>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

BESSA, Mariana G. **Montagem de coleção botânica para o auxílio do ensino de biologia no ensino médio**. Brasília, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/6430>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BOAS, Rogério C. V.; MOREIRA, Fatima M. de S. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 36, n. 1, Viçosa, Jan./Feb., 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000100030>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidéia. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**. Ano.3, n.4, p.119-143, 2014.

BORTOLINI, Fernanda. **Caracterização morfológica e molecular da coleção básica de trevo-branco (*Trifolium repens* L.)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <



<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3873/000450354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BOTTOMLEY, P. J.; MYROLD, D. D. Biological N inputs. In: PAUL, E. A. (Ed.). **Soil microbiology, ecology and biochemistry**. 4. ed. Oxford: Academic Press, 2015. p.447-470.

CARVALHO, R. de S. **As bactérias dos nódulos das raízes das leguminosas: aula inaugural 1946**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v3/02.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – Ciclo do Nitrogênio. IMPEvideoseduc. 30 de set. de 2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 out. 2019.

CORREA, Sonia Maria Barros Barbosa. **Probabilidade e Estatística**. -2ªed. – Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003 116p. Disponível em: <[http://estpoli.pbworks.com/f/livro\\_probabilidade\\_estatistica\\_2a\\_ed.pdf](http://estpoli.pbworks.com/f/livro_probabilidade_estatistica_2a_ed.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2019.

COSTA, J. C. M. Da; LUCAS, F. C. A.; GOIS, M. A. F.; LEÃO, V. M.; LOBATO, G. de J. M. Herbário virtual e universidade: biodiversidade vegetal para ensino, pesquisa e extensão. **Scientia Plena**, v.12, n.6, 2016. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/3033/1493>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261 p. (Sistemas de Produção, 13).

FARIAS, Maria Eloisa; BANDEIRA, Karoline dos S. O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia. Universidade Luterana do Brasil - ULBRA Canoas/RS. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. Ensino, Saúde e Ambiente, v.2 n.3 p 60 -71 dezembro 2009. Disponível em: <<https://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/viewFile/54/54>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

FERNANDES, J. R. C. e RODRIGUES, P. **AGRONegócios.eu**: Hortifruticultura & floricultura. Importância da inoculação com bactérias *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* na produção de leguminosas e o uso do azoto. Disponível em: <<http://www.agronegocios.eu/noticias/importancia-da-inoculacao-com-bacterias-rhizobium-e-bradyrhizobium-na-producao-de-leguminosas-e-o-uso-do-azoto/>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

FERREIRA, Cleiton P.; CARVALHO, Fernanda A. H. de. O uso de mapas mentais no ensino técnico para a otimização do perfil empreendedor do profissional do século XXI. 2012. **Revista Eletrônica Técnico-Científica do IFSC**. Disponível em: <<http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/845>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

FRANÇA, Gonçalo E. de; CARVALHO, Margarida M. de. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 147-153, 1970. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1802.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2020.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 18. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991.

GARCÍA, J. A. Parada 1. Campo experimental nº1. Forrajas. Mejoramiento de Trébol blanco. In: **JORNADA DE PASTURAS**, 2004. Estanzuela: INIA, 2004. p. 1-2. (Serie Actividades de Difusión, 380). Disponível em: <[http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2004/ad\\_380.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2004/ad_380.pdf)>. Acesso em: 16 fev. 2020.

HERREID, C. F. (2003). The Death of Problem-Based Learning? **Journal of College Science Teaching**, Vol. 32 (Mar/Apr), pp. 364-366. Disponível em: <<https://search.proquest.com/openview/6e8d281ef9570fa3e04056ca82a89444/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49226>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

HOGLUND, J.H.; CRUSH, J.R.; BROCK, J.L. et al. Nitrogen fixation in pasture. 12. General discussion. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.7, p.45-51, 1979.

HUNGRIA, M.; ARAÚJO, S. R. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa/SPI, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Adubação verde. [ibflorestas.org.br](http://ibflorestas.org.br). Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/adubacao-verde>>. Acesso em: 10 out. 2019.

KATO, Eizo E. **Mapeamento e monitoramento do conhecimento dos solos no ensino fundamental e médio**. São Paulo: Universidade de Mogi das Cruzes, 2006. Disponível em: <<http://pergamumweb.umc.br/pergamumweb/vinculos/000002/0000023a.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

KENSKI, V. M. Avaliação da aprendizagem. In I. A. VEIGA (Org.), **Repensando a didática** (pp. 131-144). Campinas: Papyrus, 1998.

KIMURA, Angela H. et al. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, v. 9, n. 2, p. 254-267, jul. /dez. 2013.

LEDGARD, S.F.; BRIER, G.J.; UPSDELL, M.P. Effect of clover cultivar on production and nitrogen fixation in clover-ryegrass swards under dairy cow grazing. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, v.33, p. 243-249, 1990.

LIMA, D.B; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos de Aplicação**, v. 24, n. 1, jan./jun. 2011.

LIMBERGER, K. M.; SILVA, R. M.; ROSITO, B. A. **Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre microbiologia de alunos do ensino fundamental**. X Salão de Iniciação Científica, p. 228-230. PUCRS, 2009. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias\\_Biologicas/Educacao\\_em\\_Biologia/71426-KAREN\\_MARTINS\\_LIMBERGER.pdf](http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Biologicas/Educacao_em_Biologia/71426-KAREN_MARTINS_LIMBERGER.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**. 3 ed., v.3. São Paulo: Ática, 2017.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARTÍNEZ, A. M. **Criatividade, personalidade e educação**. Campinas: Papirus, 1997.

MATHER, R. D. J.; MELHUISE, D. T.; HERLIHY, M. Trends in the global marketing of white clover cultivars. In: WOODFIELD, D. R. **White clover**: New Zealand's competitive edge. New Zealand: Lincoln University, 1995. p. 7-14. Disponível em: <<https://www.nzgajournal.org.nz/index.php/rps/article/view/3374/2998>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

MELO, Bárbara de Caldas; SANT'ANA, Geisa. A prática da metodologia ativa: compreensão dos discentes enquanto autores do processo ensino aprendizagem. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v.4, n.23, p.327-339. Brasília/DF: ESCS, 2012.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D. M. G.; CAMPO, R. J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 1053-1060, 2008.

MERAZZI, D. W.; OAIGEN, E. R. Atividades práticas em ciências no cotidiano: valorizando os conhecimentos prévios na educação de jovens e adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p. 65-74, 2008.

MILITÃO, M. C. T. **Estudo do ciclo do azoto**: uma aplicação para o ensino. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2004. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/10442>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **Flora Mesoamericana**, imagens, *Trifolium repens*. Disponível em: <<http://legacy.tropicos.org/ImageSearch.aspx?projectid=3&langid=66>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

MORAES, Carlos Otávio Costa; PAIM, Nilton Rodrigues; NABINGER, Carlos. Avaliação de leguminosas do gênero *Trifolium*. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.24, n.7, p.813-818, jul. 1989. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/15925/10027>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos Leite. A reforma do ensino médio. Regressão de direitos sociais. **Revista Retratos da Escola, Brasília**, v. 11, n. 20, p. 109-129, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/760>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

NEVES, M. C. P. e RUMJANECK, N. G. Bioquímica e fisiologia da fixação do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 141 – 155.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 fev. 2019.

PROVIDA PROVENDO SOLUÇÕES PRESERVANDO VIDAS. **Técnica de Gram**. 2020. Disponível em: <<http://www.provida.ind.br/site/index.php/bacterias/bacterias/122-tecnica-de-gram.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

REIS, V.M.; OLIVARES, F.L. Vias de penetração e infecção de plantas por bactérias. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**. 2006, 34p. disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/629232>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VOSS, M.; JACQUES, A.V.A. Nodulação e Fixação Biológica de Nitrogênio de *Adesmia latifolia* e *Lotus corniculatus* em vasos de Leonard. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 687-693, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n3/5235.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

SERRA, P. O princípio da credibilidade na selecção da informação mediática. **Biblioteca on line de Ciências da Comunicação**, 2006. Disponível em: <<http://www.bocci.ubi.pt/serra-paulo-credibilidade-selecao-informacao.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2019.

SEARS, P. D.; GOODALL, V. C.; JACKMAN, R. H.; ROBINSON, G. S. (1965) Pasture growth and soil fertility: VIII. the influence of grasses, white clover, fertilisers, and the return of herbage clippings on pasture production of an impoverished soil, **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 8:2, 270-283, DOI: 10.1080/00288233.1965.10422357. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00288233.1965.10422357?needAccess=true>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

SILVA, M. S.; BASTOS, S. N. D. Ensino de microbiologia: percepção de docentes e discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE**, 3, 2012 Niterói. Anais... Niterói: UFF. 2012. Disponível em: <<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/trabalhos/T114pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019. Acesso em: 15 fev. 2019.

SILVA, Vinicius Barcelos Da. **Um modelo para auto avaliação de instituições de ensino médio: uma contribuição para a gestão educacional**. (“Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção”). CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ JULHO – 2012. Disponível em: <<http://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-producao/wp-content/uploads/sites/13/2013/04/disserta%C3%A7%C3%A3o-vinicius-barcelos-da-silva.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

TALARICO, T. C.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, P. L. de; DÖWCH, I.; LANDERS, J. N. **De olho no ambiente**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas. **Manual de normalização de documentos científicos de acordo com as normas da ABNT**. Curitiba: Editora UFPR, 2017.

VARELA, Concepción; BILBAO, Javier; GARCÍA, Olatz; RODRIGUEZ, Miguel; BRAVO, Eugenio. Active methodologies in higher education and the opinion of students. **International Conference The Future of Education**, PIXEL, 2007.

VERMA, D. P. S.; KAZAZIAN, V.; ZOGBI, V; BAL, A. K. Isolation and characterization of the membrane envelope enclosing the bacteroids in soybean root nodules. **Journal Cell Biology**, v.78, p.919-936, 1978. Disponível em: <<https://rupress.org/jcb/article/78/3/919/18948/Isolation-and-characterization-of-the-membrane>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

VILLELA, Neco T. **Coleta de rizóbios para utilização imediata ou armazenamento**. Santa Rita do Sapucaí, 18 jan. 2019. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Xbal8sG\\_2cA](https://www.youtube.com/watch?v=Xbal8sG_2cA)>. Acesso em: 14 out. 2019.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WELKER, C. A. D. **O estudo de bactérias e protistas no ensino médio: uma abordagem menos convencional**. Experiências em Ensino de Ciências – V2(2), pp. 69-75, 2007. Disponível em: <[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID46/v2\\_n2\\_a2007.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID46/v2_n2_a2007.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2018.

WUNDERLIN, R. P.; HANSEN, B. F.; FRANCK, A. R. e ESSIG, F. B. 2020. **Atlas of Florida Plants**. [LANDRY, S. M. e CAMPBELL, K. N. (application development), USF Water Institute.] Institute for Systematic Botany, University of South Florida, Tampa. Disponível em: <<https://florida.plantatlas.usf.edu/Plant.aspx?id=2004>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

ZOHARY, M.; HELLER, D. **The genus *Trifolium***. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 1984. 606p.



## APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE

Prezado(a) aluno(a),

Sou aluno de mestrado do Programa de Mestrado Profissional PROFBIO, da UFPR e estou desenvolvendo uma pesquisa comparativa entre as metodologias de ensino tradicional e ativas de aprendizagem. Para esta etapa da pesquisa, o objetivo é levantar dados sócios educacionais, do conhecimento prévio sobre conceitos de ecologia e dos processos que envolvem microrganismos relacionados ao elemento químico nitrogênio. Para isso, conto com a sua colaboração no sentido de preencher o questionário impresso que segue:

O preenchimento do questionário é feito de forma anônima e dura, em média, 40 minutos e as respostas devem ser entregues ao final da ação, junto com o questionário.

Desde já, agradeço a atenção e tempo dedicado à participação nessa pesquisa.

Desejo a todos um excelente ano letivo, com muita participação e muita aprendizagem!

José Anevan Fagundes.

Questões:

### Pré-questionário – Anônimo.

**I - Turma:** ( ) “4TB” - ( ) “4TC”

**II - Sexo:** ( ) Feminino - ( ) Masculino

**III - Idade:** ( ) 16 ( ) 17 ( ) 18  
( ) 19 ( ) 20 ( ) 21 ( ) \_\_\_\_ anos.

**IV – Sou estudante do ensino noturno que se encontra no momento:**

- ☐ Exclusivamente concluindo meus estudos básicos.
- ☐ Desenvolvendo estágio remunerado enquanto concluo meus estudos básicos.
- ☐ Empregado com registro em carteira de trabalho concluindo meus estudos básicos.
- ☐ Exercendo trabalho autônomo enquanto concluo meus estudos básicos.
- ☐ Concluinte do ensino médio com objetivos de ingressar no mundo do trabalho.
- ☐ Concluinte com objetivos de finalizar os estudos e prosseguir em um curso superior.

**V – Com relação à localização geográfica da escola e a distância até a sua residência.**

- ☐ Mora nas proximidades da escola, até um raio aproximado de 1 Km.
- ☐ Mora nas proximidades da escola, até um raio aproximado de 2 Km.
- ☐ Mora afastado da escola, até um raio aproximado de 3 Km.
- ☐ Mora afastado da escola, até um raio aproximado de 5 Km.
- ☐ Mora afastado da escola, em um raio superior a 5 Km.

**VI – Com relação ao seu deslocamento para a chegada até a escola:**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> me desloco caminhando.        | <input type="checkbox"/> me desloco com bicicleta.                  |
| <input type="checkbox"/> me desloco com motocicleta.   | <input type="checkbox"/> me desloco de ônibus de linha alternativa. |
| <input type="checkbox"/> me desloco com van escolar.   | <input type="checkbox"/> me desloco com veículo próprio.            |
| <input type="checkbox"/> me desloco através de carona. | <input type="checkbox"/> me desloco com esquete ou outro.           |

**VII - Com relação ao seu deslocamento durante a saída da escola até a chegada a sua moradia:**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> me desloco caminhando.        | <input type="checkbox"/> me desloco com bicicleta.                  |
| <input type="checkbox"/> me desloco com motocicleta.   | <input type="checkbox"/> me desloco de ônibus de linha alternativa. |
| <input type="checkbox"/> me desloco com van escolar.   | <input type="checkbox"/> me desloco com veículo próprio.            |
| <input type="checkbox"/> me desloco através de carona. | <input type="checkbox"/> me desloco com esquete ou outro.           |

**VIII - Com relação a sua vida escolar neste colégio:**

- ☐ Sempre estive matriculado neste colégio, desde o início do ensino fundamental.
- ☐ Estou neste colégio desde os anos finais do ensino fundamental (8º ou 9º anos).
- ☐ Estou neste colégio desde o início do ensino médio.
- ☐ Estou neste colégio desde o 2º ano do ensino médio.
- ☐ Sou novo(a) neste colégio, estou começando neste ano.

**A) Durante o seu ensino médio as aulas de biologia têm sido desenvolvidas na sua maioria:**

- ☐ Tradicionais com uso do livro e explicações no quadro de giz pelo professor(a).
- ☐ Tradicionais com uso do livro, explicações no quadro e atividades dinâmicas.
- ☐ Aulas com recursos tecnológicos, com livro, dinâmicas e práticas experimentais.
- ☐ Aulas diversificadas com participação efetiva dos alunos nos processos de aprendizagem.

**B) O fato da gestão escolar (Direção) ter desativado o laboratório deste colégio com a previsão dos gestores de destinarem um espaço adequado para uma instalação física ampliada e com ligamento correto na rede de esgoto implicará:**

- ☐ Em nenhum problema pois o laboratório de ciências não é utilizado na escola.
- ☐ Em nenhum problema porque as aulas com livro e exposição teóricas são suficientes.
- ☐ Na impossibilidade de realizações de aulas práticas experimentais e de investigação.
- ☐ Na necessidade de adaptação para realizar práticas experimentais e de investigação.
- ☐ Na perda da qualidade das aulas por indispor o laboratório para aulas experimentais.

**C) Em relação às metodologias aplicadas nas aulas de biologia, acredito que:**

- ☐ O ensino tradicional transmitido pelo professor(a) de forma teórico é suficiente.
- ☐ O ensino tradicional transmitido pelo professor(a) com aulas práticas é motivador.
- ☐ O ensino tradicional por ser muito expositivo é muito cansativo e desmotivador.
- ☐ Atividades práticas ou experimentais facilitam a assimilação dos conteúdos.
- ☐ A participação ativa nas práticas oportuniza a assimilação e a aprendizagem.

**D) Em relação às informações recebidas nas aulas de biologia posso dizer que acredito:**

- ☐ Na confiança das informações serem de pequeno domínio do professor.
- ☐ Na confiança das informações serem de médio domínio do professor.
- ☐ Na confiança das informações serem de grande domínio do professor.
- ☐ Não sinto segurança nas informações repassadas pelo professor que não domina a teoria.

**E) Em relação à minha autonomia (enquanto estudante) para desenvolver atividades nas aulas de biologia, julgo dizer que:**

- ☐ Nunca temos autonomia para realizar atividades nas aulas de biologia.
- ☐ Às vezes temos autonomia para decidir sobre as atividades que faremos em biologia.
- ☐ Sempre temos a liberdade para escolher as atividades de aprendizagem em biologia.
- ☐ Não se discute a autonomia para participação nas aulas em minha escola.

**F) Em relação à minha dedicação como estudante posso dizer que:**

- ( ) Dedico um tempo diário aos meus estudos de forma geral.
- ( ) Dedico o tempo livre para outras atividades pessoais.
- ( ) Dedico a minha atenção aos estudos apenas na escola e de forma suficiente.
- ( ) Estudo apenas na véspera das avaliações escolares.
- ( ) Faço minhas tarefas na escola e em casa só faço os trabalhos e pesquisas solicitadas.

**G) Com relação aos recursos de pesquisa dos quais disponho, utilizo:**

- ( ) O livro didático público fornecido pelo governo federal, mediante prévia escolha docente.
- ( ) A biblioteca do colégio que possui um bom acervo para os estudos complementares.
- ( ) O laboratório de informática quando não utilizado para as aulas do ensino profissional.
- ( ) Acesso a rede mundial dos aplicativos do meu aparelho de telefonia celular.

**Questões de conhecimento – conceitos de ecologia e dos processos que envolvem microrganismos relacionados ao elemento químico nitrogênio.**

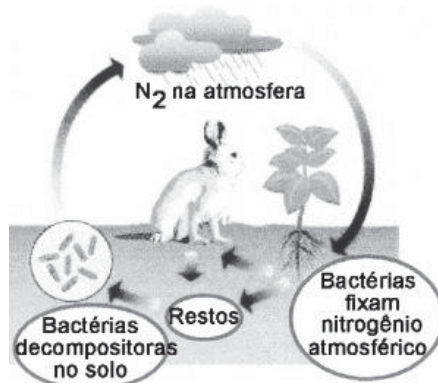
**01)** Algumas plantas, em simbiose com bactérias, têm a capacidade de fixar nitrogênio. Assinale a alternativa que corresponde a isso.

- a) Plantas leguminosas como a cana-de-açúcar e o milho fixam nitrogênio em simbiose com bactérias.
- b) Plantas leguminosas, como o feijão, a soja e a alfafa, realizam simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, que vivem nas raízes.
- c) As bactérias vivem em simbiose no parênquima lacunoso das folhas dos vegetais pela proximidade com os estômatos, por onde entra o nitrogênio atmosférico.
- d) As plantas gramíneas possuem facilidade em estabelecer simbiose.

**02. (URCA)** A terra sofreu muitas transformações ambientais ao longo de sua existência. A transformação da atmosfera primitiva na atual ocorreu graças às *Cyanobacterias*, como *Anabaena sp.*, alta produtora de O<sub>2</sub> e cujos filamentos possuem algumas células não fotossintetizantes cuja função é transformar N<sub>2</sub>(nitrogênio) em NH<sub>3</sub> (amônia). Essas células especiais são denominadas de:

- a) Tricoma.      b) Heterocisto.      c) Plasmodesmo.      d) Drusa.

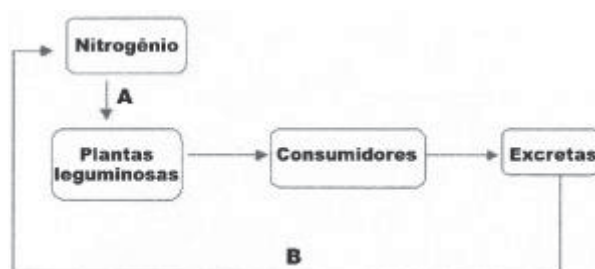
**03. (UNIMONTES)** A figura abaixo ilustra o ciclo do nitrogênio. Analise-a.



Considerando a figura e o assunto abordado, analise as afirmativas abaixo e assinale a alternativa correta.

- a) Os microrganismos fixadores transformam o nitrogênio molecular em nitrito.
- b) O plantio de leguminosas retira do solo os compostos nitrogenados, o que faz com que não seja indicado.
- c) A amônia ( $\text{NH}_4$ ) é utilizada pelos animais para a síntese de aminoácidos essenciais.
- d) O nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ) é um gás biologicamente não utilizável pela maioria dos seres vivos.

**04. (UFU)** O esquema a seguir ilustra de forma simplificada algumas etapas do ciclo do nitrogênio nos ecossistemas.



Com base no esquema, assinale a alternativa correta.

- a) A etapa **B** indica a degradação de compostos nitrogenados, por bactérias nitrificantes, responsáveis pela liberação do gás nitrogênio, que retorna à atmosfera.
- b) A etapa **A** envolve a transformação do nitrogênio atmosférico em amônia, realizada diretamente pelas plantas leguminosas.
- c) A etapa **A** envolve a transformação do nitrogênio atmosférico em nitrato, realizada por bactérias fixadoras que são encontradas no solo ou associadas de forma mutualista às plantas leguminosas.
- d) A mais importante fonte de nitrogênio é a atmosfera, sendo o seu aproveitamento pelos seres vivos dependente da fixação biológica.

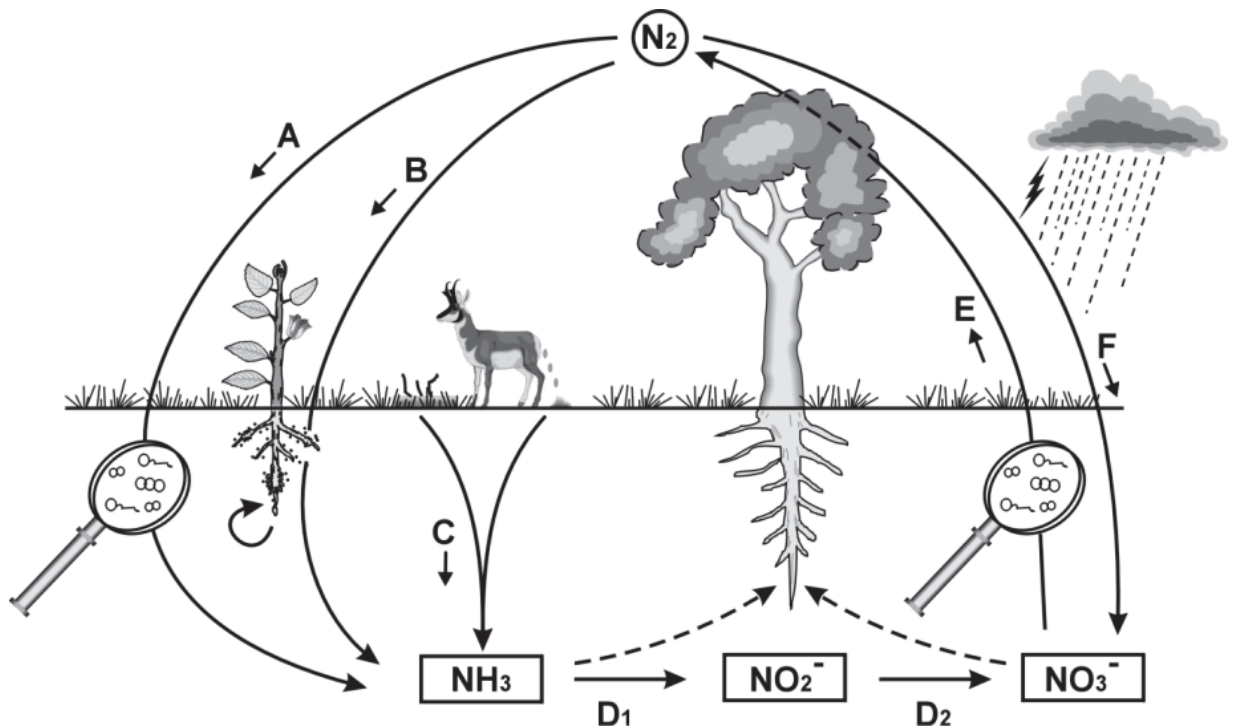
**05) (PUCCAMP-2005)** Leguminosas, como a soja, são cultivadas com diversas finalidades. Uma delas deve-se à sua importância no ciclo do nitrogênio ( $N_2$ ) uma vez que, em suas raízes, instalam-se bactérias que (...):

- a) fixam o gás nitrogênio do ar.
- b) transformam amônia em nitritos.
- c) enriquecem o solo em amônia.
- d) transformam nitritos em nitratos.

**06)** *Rhizobium* é uma espécie de bactéria que vive nas raízes das leguminosas e promove a fixação de nitrogênio do ar, tão importante nas lavouras. O tipo de relação existente entre esses dois organismos é denominado:

- a) Mutualismo.
- b) Comensalismo.
- c) Esclavagismo.
- d) Parasitismo.

**07. (UPE)** Analisando o esquema representativo do ciclo do nitrogênio na natureza, o que você conclui? Assinale V (verdadeira) e F (falsa):



V	F	Afirmativas a julgar:
		<i>A fixação do nitrogênio, que é mediada por cianofíceas e bactérias do solo, por ação da nitrogenase, é representada pelas etapas D, no esquema.</i>
		<i>Uma associação de mutualismo, verificada entre leguminosas e bactérias do gênero <i>Rhizobium</i>, garante produção de amônia como resultado da fixação do nitrogênio atmosférico pela bactéria.</i>
		<i>A etapa F, conhecida por nitrificação, é a principal fonte de nitratos do solo que são produzidos por descargas elétricas atmosféricas.</i>
		<i>A decomposição de restos orgânicos – plantas, animais e dejetos – representada na etapa C do esquema, resulta em amônia, numa reação conhecida por desnitrificação.</i>
		<i>Nitrosação, realizada por bactérias quimiossintéticas, corresponde à transformação de amônia em nitratos e destes em nitrogênio livre, que é lançado na atmosfera e reaproveitado pelas plantas durante a respiração.</i>

a) F, V, F, F, F    b) V, V, F, F, V    c) V, V, F, F, F    d) V, F, V, V, V

**08. (PUCC-SP)** Verificou-se que as raízes de leguminosas cultivadas em solo adubado com produtos químicos ricos em nitrogênio não apresentam nódulos formados por bactérias. Nesse caso, a adubação prejudicou as bactérias que transformam:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| a) Nitrogênio em amônia | b) Amônia em nitritos   |
| c) Nitritos em nitratos | d) Nitratos em nitritos |

**09. (Unisinos-RS)** As bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* são organismos autótrofos que extraem energia através de um processo de oxidação a partir da amônia. Essas bactérias desempenham a importante função ecológica de:

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| a) Acidificação do solo | b) Correção da acidez |
| c) Eutrofização         | d) Nitrificação       |



**10. Complete a afirmativa a seguir:**

O processo que chamamos de \_\_\_\_\_ consiste na transformação de \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_\_. Esse processo devolve o \_\_\_\_\_ para a atmosfera e é feito por bactérias \_\_\_\_\_.

- a) Nitrificação, amônia, nitrato, nitrito, nitrificantes.
- b) Desnitrificação, nitratos, gás nitrogênio, nitrogênio, desnitrificantes.
- c) Amonificação, nitrogênio atmosférico, amônia, nitrogênio, amonificantes.
- d) Fixação, nitrogênio, amônia, nitrato, fixadoras.

**11. Chamamos de nitrificação o processo de transformação da amônia em nitrato por bactérias quimiossintetizantes. Esse processo se divide em duas etapas chamadas respectivamente de:**

- a) Nitrificação e desnitrificação
- b) Nitrosação e desnitrificação
- c) Nitrosação e nitratação
- d) Amonificação e nitrificação

**12. Muitos agricultores utilizam uma técnica conhecida como “adubação verde” em suas culturas. Essa técnica pode ser feita de duas formas:**

- plantando-se leguminosas em períodos alternados com outros tipos de culturas;
- plantando leguminosas em conjunto com outras plantas que não são leguminosas.

**De acordo com essa técnica, é correto afirmar que:**

- a) Alternando as culturas ou plantando leguminosas em conjunto com outras plantas ocorrerá um aumento na concentração de nitrogênio no solo, contribuindo para um melhor desenvolvimento do vegetal.
- b) Esse tipo de adubação não difere da adubação química, pois ambos interferem consideravelmente na taxa de aproveitamento desse composto pelos vegetais.
- c) A adubação verde não é tão favorável ao meio ambiente, pois ao aumentar a taxa de concentração de nitrogênio, causará danos irreversíveis ao solo.
- d) Ela é possível somente se forem utilizados herbicidas e inseticidas nas culturas.

**13.** O ciclo do nitrogênio é fundamental para que esse importante elemento seja disponibilizado para os organismos vivos e volte para o meio. Ele ocorre em três etapas principais.

**Analise as alternativas a seguir e marque a única que não representa uma etapa do ciclo do nitrogênio.**

- a) Fixação.
- b) Evaporação.
- c) Nitrificação.
- d) Desnitrificação.

**14. (Unicentro- PR)** O nitrogênio é um elemento importante na constituição de moléculas orgânicas, como proteínas e ácidos nucleicos, e apresenta um dinâmico ciclo na natureza. Sobre a participação de bactérias em etapas desse ciclo, considere as afirmativas a seguir.

- I. Há bactérias que fixam o nitrogênio do ar no solo.
- II. Há bactérias que devolvem o nitrogênio para o ar por meio de processos de desnitrificação.
- III. Há bactérias que transformam compostos orgânicos nitrogenados em amônia.
- IV. Há bactérias que transformam nitritos e nitratos em amônia.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e II.
- b) I e IV.
- c) III e IV.
- d) I, II e III.

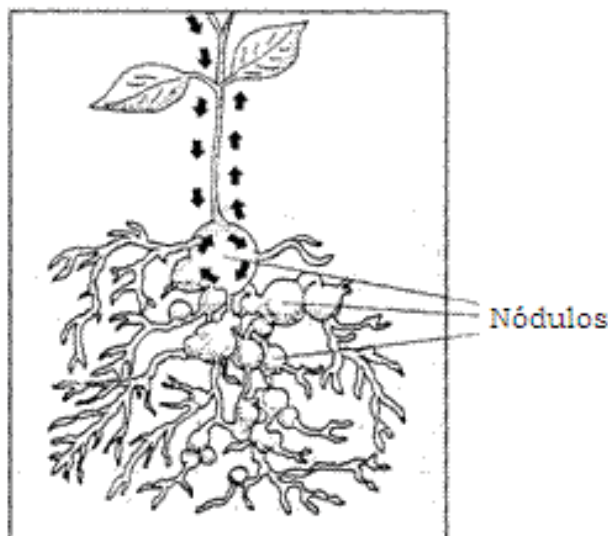
**15. (UFG/2007)** *Durante o período de desova dos salmões no Hemisfério Norte, são despejados no ecossistema 80 kg de nitrogênio derivados da captura desses peixes pelos ursos. Esse cálculo foi realizado para uma extensão de 250 metros de rio.*

(SCIENTIFIC AMERICAN, n. 52, 2006. Brasil. [adaptado]).

De acordo com o texto, a decomposição dos restos orgânicos do salmão é um importante fator para o ciclo do nitrogênio num ecossistema do Hemisfério Norte. A ausência das bactérias do gênero *Nitrosomonas*, pode provocar nesse ecossistema,

- a) diminuição da disponibilidade de nitrato com consequente redução da absorção desse íon pelas plantas.
- b) elevação de nitrito no solo e consequente intoxicação dos microrganismos.
- c) aumento do processo de nitrificação com consequente elevação da absorção de nitrito pelas plantas.
- d) queda de bactérias do gênero *Rhizobium*, diminuindo a fixação simbiótica de nitrogênio.

16. (UFMG/2004) Observe esta figura:



Os nódulos formados nas raízes das leguminosas resultam da colonização por bactérias fixadoras de nitrogênio.

Devido à presença desses nódulos nas raízes, as sementes de leguminosas – como a soja, por exemplo – são boas armazenadoras de:

- a) amido.    b) carboidratos.    c) lipídios.    d) proteínas.

17. (CEFET-RP/2004) Em agricultura, é amplamente utilizado o plano de rotação de culturas, onde diferentes espécies vegetais são sucessivamente cultivadas em um mesmo terreno. Nesse processo, muitas vezes, são cultivadas as leguminosas, pois estas plantas se associam com:

- a) Bactérias e enriquecem o solo de compostos sulfurosos.  
 b) Bactérias e enriquecem o solo de compostos nitrogenados.  
 c) Fungos e enriquecem o solo de compostos nitrogenados.  
 d) Nematódeos e enriquecem o solo de compostos fosforados.

18. (FCM-PB). Cinco espécies de microrganismos compõem a base de um novo produto, um fertilizante biológico que substitui o uso de adubos nitrogenados na cana-de-açúcar, utilizados como promotoras de crescimento da planta. A aplicação do inoculante biológico desenvolvido por pesquisadores da EMBRAPA em Seropédica – Rio de Janeiro, vai propiciar substancial redução de gastos com adubos nitrogenados no país (Pesquisa FAPESP, junho de 2008). Essa prática agrícola pode ser realizada por:

- a) Decomposição de fungos nas raízes das plantas.  
 b) Bactérias fixadoras de Oxigênio e decompositoras em geral.  
 c) Fungos fixadores de Nitrogênio capazes de incorporar átomo de  $\text{NH}_3$  nas raízes das plantas.  
 d) Bactérias fixadoras de Nitrogênio, capazes de utilizar diretamente o  $\text{N}_2$  incorporando os átomos de Nitrogênio em suas moléculas orgânicas.

**19. (FACTO).** O ciclo do nitrogênio é essencial para a manutenção da vida no planeta, pois se trata de um elemento importante para os organismos vivos, onde o nitrogênio é componente de aminoácidos, aminas, amidas, ácidos nucleicos, clorofila, entre outros. Na agricultura, o nitrogênio é fornecido para as plantas na forma de adubo, que pode seguir por vários caminhos, inclusive retornando para a atmosfera como gás nitrogênio ( $N_2$ ). Desta forma, analise atentamente as alternativas abaixo e marque aquela que melhor descreve como o nitrogênio do solo retorna para a atmosfera.

- a) Bactérias do solo transformam nitratos em gás nitrogênio.
- b) Organismos decompositores convertem amônio em gás nitrogênio.
- c) As plantas assimilam nitrato e o convertem em gás nitrogênio.
- d) Bactérias fixadoras de nitrogênio convertem o nitrato em gás nitrogênio.

**20. [Enem 2017].** Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como componente principal os nitratos.

**SOUZA, F. A. Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL. Disponível em: [www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br). Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).**

No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de:

- a) Nitratação      b) Nitrosação      c) Amonificação      d) Desnitrificação

Preencha no gabarito abaixo a letra da resposta correspondente ao número da respectiva questão:

Questão	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Letra										
Questão	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Letra										

Obrigado, sua participação será de grande contribuição!

## APÊNDICE 2 – PÓS-TESTE

Prezado(a) aluno(a),

Como já é do vosso conhecimento, sou aluno de mestrado do Programa de Mestrado Profissional PROFBIO, da UFPR e estou desenvolvendo uma pesquisa comparativa entre as metodologias de ensino tradicional e ativas de aprendizagem. Para esta etapa da pesquisa, o objetivo é levantar dados do conhecimento assimilado posterior à metodologia aplicada sobre conceitos de ecologia e dos processos que envolvem microrganismos relacionados ao elemento químico nitrogênio. Para isso, conto com a sua colaboração no sentido de preencher o questionário impresso que segue:

O preenchimento do questionário é feito de forma anônima e dura, em média, 35 minutos e as respostas devem ser entregues ao final da ação, junto com o questionário.

Desde já, agradeço a atenção e tempo dedicado à participação nessa pesquisa.

Desejo a todos um excelente ano letivo, com muita participação e muita aprendizagem!

José Anevan Fagundes.

Questões:

### Pós-questionário – Anônimo.

**I - Turma:** ( ) “4TB” - ( ) “4TC”

**II - Sexo:** ( ) Feminino - ( ) Masculino

**III - Idade:** ( ) 16 ( ) 17 ( ) 18  
( ) 19 ( ) 20 ( ) 21 ( ) \_\_\_\_ anos.

**Questões de conhecimento – conceitos de ecologia e dos processos que envolvem microrganismos relacionados ao elemento químico nitrogênio.**

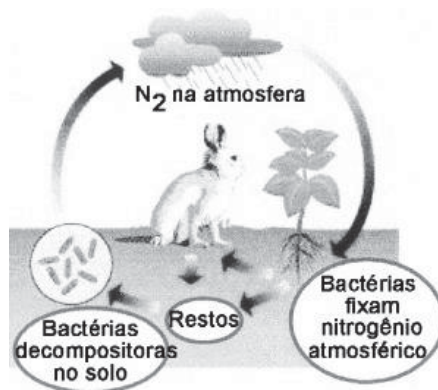
**01)** Algumas plantas, em simbiose com bactérias, têm a capacidade de fixar nitrogênio. Assinale a alternativa que corresponde a isso.

- a) Plantas leguminosas como a cana-de-açúcar e o milho fixam nitrogênio em simbiose com bactérias.
- b) Plantas leguminosas, como o feijão, a soja e a alfafa, realizam simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, que vivem nas raízes.
- c) As bactérias vivem em simbiose no parênquima lacunoso das folhas dos vegetais pela proximidade com os estômatos, por onde entra o nitrogênio atmosférico.
- d) As plantas gramíneas possuem facilidade em estabelecer simbiose.

**02. (URCA)** A terra sofreu muitas transformações ambientais ao longo de sua existência. A transformação da atmosfera primitiva na atual ocorreu graças às *Cyanobacterias*, como *Anabaena sp.*, alta produtora de  $O_2$  e cujos filamentos possuem algumas células não fotossintetizantes cuja função é transformar  $N_2$ (nitrogênio) em  $NH_3$  (amônia). Essas células especiais são denominadas de:

- a) Tricoma.
- b) Heterocisto.
- c) Plasmodesmo.
- d) Drusa.

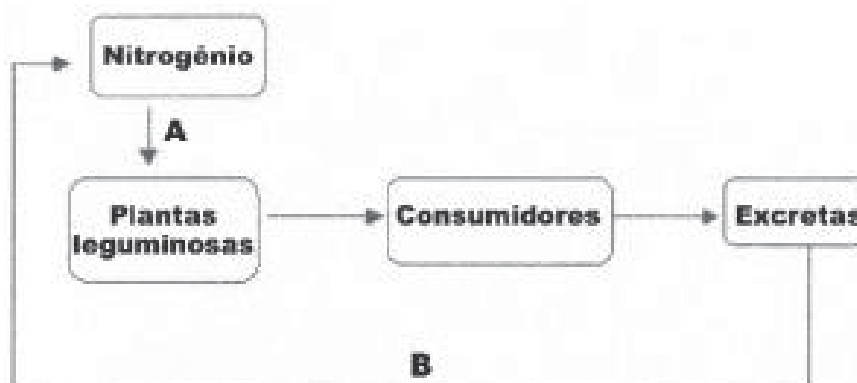
**03. (UNIMONTES)** A figura abaixo ilustra o ciclo do nitrogênio. Analise-a.



Considerando a figura e o assunto abordado, analise as afirmativas abaixo e assinale a alternativa correta.

- a) Os microrganismos fixadores transformam o nitrogênio molecular em nitrito.
- b) O plantio de leguminosas retira do solo os compostos nitrogenados, o que faz com que não seja indicado.
- c) A amônia ( $NH_4$ ) é utilizada pelos animais para a síntese de aminoácidos essenciais.
- d) O nitrogênio molecular ( $N_2$ ) é um gás biologicamente não utilizável pela maioria dos seres vivos.

**04. (UFU)** O esquema a seguir ilustra de forma simplificada algumas etapas do ciclo do nitrogênio nos ecossistemas.



Com base no esquema, assinale a alternativa correta.

- a) A etapa **B** indica a degradação de compostos nitrogenados, por bactérias nitrificantes, responsáveis pela liberação do gás nitrogênio, que retorna à atmosfera.
- b) A etapa **A** envolve a transformação do nitrogênio atmosférico em amônia, realizada diretamente pelas plantas leguminosas.
- c) A etapa **A** envolve a transformação do nitrogênio atmosférico em nitrato, realizada por bactérias fixadoras que são encontradas no solo ou associadas de forma mutualista às plantas leguminosas.
- d) A mais importante fonte de nitrogênio é a atmosfera, sendo o seu aproveitamento pelos seres vivos dependente da fixação biológica.

**05) (PUCCAMP-2005)** Leguminosas, como a soja, são cultivadas com diversas finalidades. Uma delas deve-se à sua importância no ciclo do nitrogênio ( $N_2$ ) uma vez que, em suas raízes, instalam-se bactérias que (...):

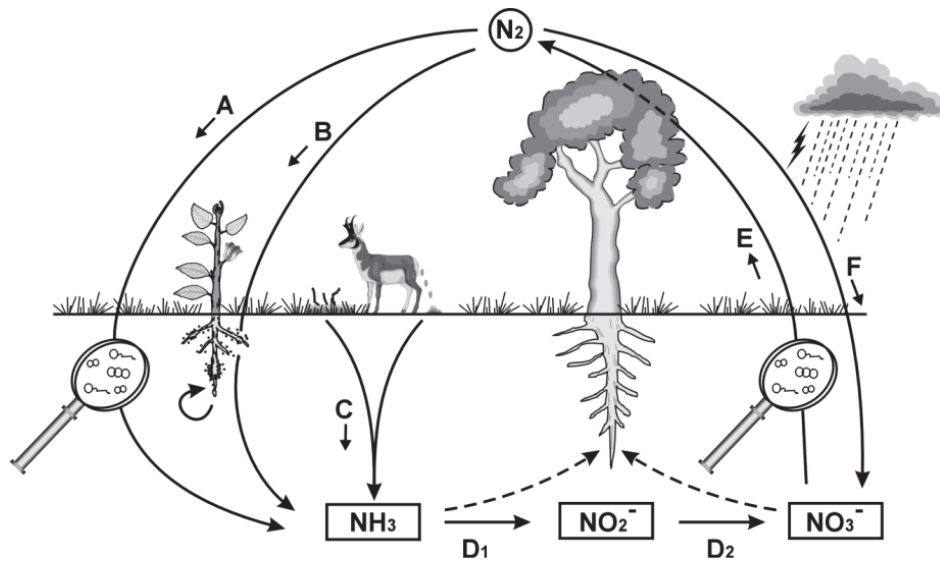
- a) fixam o gás nitrogênio do ar.
- b) transformam amônia em nitritos.
- c) enriquecem o solo em amônia.
- d) transformam nitritos em nitratos.

**06)** *Rhizobium* é uma espécie de bactéria que vive nas raízes das leguminosas e promove a fixação de nitrogênio do ar, tão importante nas lavouras. O tipo de relação existente entre esses dois organismos é denominado:

- a) Mutualismo.
- b) Comensalismo.
- c) Esclavagismo.
- d) Parasitismo.



07. (UPE) Analisando o esquema representativo do ciclo do nitrogênio na natureza, o que você conclui? Assinale V (verdadeira) e F (falsa):



V	F

#### Afirmativas a julgar:

<i>A fixação do nitrogênio, que é mediada por cianofíceas e bactérias do solo, por ação da nitrogenase, é representada pelas etapas D, no esquema.</i>
<i>Uma associação de mutualismo, verificada entre leguminosas e bactérias do gênero Rhizobium, garante produção de amônia como resultado da fixação do nitrogênio atmosférico pela bactéria.</i>
<i>A etapa F, conhecida por nitrificação, é a principal fonte de nitratos do solo que são produzidos por descargas elétricas atmosféricas.</i>
<i>A decomposição de restos orgânicos – plantas, animais e dejetos – representada na etapa C do esquema, resulta em amônia, numa reação conhecida por desnitrificação.</i>
<i>Nitrosação, realizada por bactérias quimiossintéticas, corresponde à transformação de amônia em nitratos e destes em nitrogênio livre, que é lançado na atmosfera e reaproveitado pelas plantas durante a respiração.</i>

- a) F, V, F, F, F    b) V, V, F, F, V    c) V, V, F, F, F    d) V, F, V, V, V

**08. (PUCC-SP)** Verificou-se que as raízes de leguminosas cultivadas em solo adubado com produtos químicos ricos em nitrogênio não apresentam nódulos formados por bactérias. Nesse caso, a adubação prejudicou as bactérias que transformam:

- a) Nitrogênio em amônia
- b) Amônia em nitritos
- c) Nitritos em nitratos
- d) Nitratos em nitritos

**09. (Unisinos-RS)** As bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* são organismos autótrofos que extraem energia através de um processo de oxidação a partir da amônia. Essas bactérias desempenham a importante função ecológica de:

- a) Acidificação do solo
- b) Correção da acidez
- c) Eutrofização
- d) Nitrificação

**10. Complete a afirmativa a seguir:**

O processo que chamamos de \_\_\_\_\_ consiste na transformação de \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_\_. Esse processo devolve o \_\_\_\_\_ para a atmosfera e é feito por bactérias \_\_\_\_\_.

- a) Nitrificação, amônia, nitrato, nitrito, nitrificantes.
- b) Desnitrificação, nitratos, gás nitrogênio, nitrogênio, desnitrificantes.
- c) Amonificação, nitrogênio atmosférico, amônia, nitrogênio, amonificantes.
- d) Fixação, nitrogênio, amônia, nitrato, fixadoras.

**11. Chamamos de nitrificação o processo de transformação da amônia em nitrato por bactérias quimiossintetizantes. Esse processo se divide em duas etapas chamadas respectivamente de:**

- a) Nitrificação e desnitrificação
- b) Nitrosação e desnitrificação
- c) Nitrosação e nitratação
- d) Amonificação e nitrificação

**12. Muitos agricultores utilizam uma técnica conhecida como “adubação verde” em suas culturas. Essa técnica pode ser feita de duas formas:**

- plantando-se leguminosas em períodos alternados com outros tipos de culturas;
- plantando leguminosas em conjunto com outras plantas que não são leguminosas.

**De acordo com essa técnica, é correto afirmar que:**

- a) Alternando as culturas ou plantando leguminosas em conjunto com outras plantas ocorrerá um aumento na concentração de nitrogênio no solo, contribuindo para um melhor desenvolvimento do vegetal.
- b) Esse tipo de adubação não difere da adubação química, pois ambos interferem consideravelmente na taxa de aproveitamento desse composto pelos vegetais.
- c) A adubação verde não é tão favorável ao meio ambiente, pois ao aumentar a taxa de concentração de nitrogênio, causará danos irreversíveis ao solo.
- d) Ela é possível somente se forem utilizados herbicidas e inseticidas nas culturas.

**13. O ciclo do nitrogênio é fundamental para que esse importante elemento seja disponibilizado para os organismos vivos e volte para o meio. Ele ocorre em três etapas principais.**

**Análise as alternativas a seguir e marque a única que não representa uma etapa do ciclo do nitrogênio.**

- a) Fixação.
- b) Evaporação.
- c) Nitrificação.
- d) Desnitrificação.

**14. (Unicentro- PR) O nitrogênio é um elemento importante na constituição de moléculas orgânicas, como proteínas e ácidos nucleicos, e apresenta um dinâmico ciclo na natureza. Sobre a participação de bactérias em etapas desse ciclo, considere as afirmativas a seguir.**

- I. Há bactérias que fixam o nitrogênio do ar no solo.
- II. Há bactérias que devolvem o nitrogênio para o ar por meio de processos de desnitrificação.
- III. Há bactérias que transformam compostos orgânicos nitrogenados em amônia.
- IV. Há bactérias que transformam nitritos e nitratos em amônia.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e II.
- b) I e IV.
- c) III e IV.
- d) I, II e III.

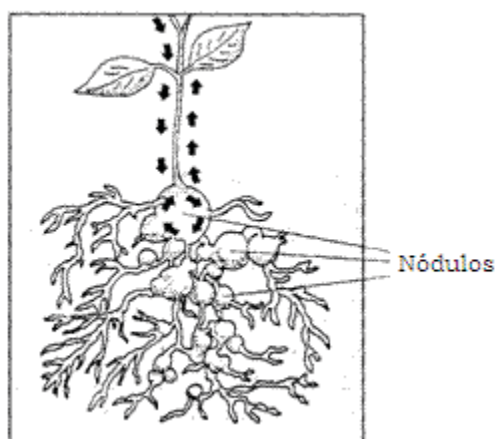
**15. (UFG/2007)** Durante o período de desova dos salmões no Hemisfério Norte, são despejados no ecossistema 80 kg de nitrogênio derivados da captura desses peixes pelos ursos. Esse cálculo foi realizado para uma extensão de 250 metros de rio.

(SCIENTIFIC AMERICAN, n. 52, 2006. Brasil. [adaptado] ).

De acordo com o texto, a decomposição dos restos orgânicos do salmão é um importante fator para o ciclo do nitrogênio num ecossistema do Hemisfério Norte. A ausência das bactérias do gênero *Nitrosomonas*, pode provocar nesse ecossistema,

- a) diminuição da disponibilidade de nitrato com consequente redução da absorção desse íon pelas plantas.
- b) elevação de nitrito no solo e consequente intoxicação dos microrganismos.
- c) aumento do processo de nitrificação com consequente elevação da absorção de nitrito pelas plantas.
- d) queda de bactérias do gênero *Rhizobium*, diminuindo a fixação simbiótica de nitrogênio.

**16. (UFMG/2004)** Observe esta figura:



Os nódulos formados nas raízes das leguminosas resultam da colonização por bactérias fixadoras de nitrogênio.

Devido à presença desses nódulos nas raízes, as sementes de leguminosas – como a soja, por exemplo – são boas armazenadoras de:

- a) amido.    b) carboidratos.    c) lipídios.    d) proteínas.

**17. (CEFET-RP/2004)** Em agricultura, é amplamente utilizado o plano de rotação de culturas, onde diferentes espécies vegetais são sucessivamente cultivadas em um mesmo terreno. Nesse processo, muitas vezes, são cultivadas as leguminosas, pois estas plantas se associam com:

- a) Bactérias e enriquecem o solo de compostos sulfurosos.
- b) Bactérias e enriquecem o solo de compostos nitrogenados.
- c) Fungos e enriquecem o solo de compostos nitrogenados.
- d) Nematódeos e enriquecem o solo de compostos fosforados.

**18. (FCM-PB).** Cinco espécies de microrganismos compõem a base de um novo produto, um fertilizante biológico que substitui o uso de adubos nitrogenados na cana-de-açúcar, utilizados como promotoras de crescimento da planta. A aplicação do inoculante biológico desenvolvido por pesquisadores da EMBRAPA em Seropédica – Rio de Janeiro, vai propiciar substancial redução de gastos com adubos nitrogenados no país (Pesquisa FAPESP, junho de 2008). Essa prática agrícola pode ser realizada por:

- a) Decomposição de fungos nas raízes das plantas.
- b) Bactérias fixadoras de Oxigênio e decompositoras em geral.
- c) Fungos fixadores de Nitrogênio capazes de incorporar átomo de  $\text{NH}_3$  nas raízes das plantas.
- d) Bactérias fixadoras de Nitrogênio, capazes de utilizar diretamente o  $\text{N}_2$  incorporando os átomos de Nitrogênio em suas moléculas orgânicas.

**19. (FACTO).** O ciclo do nitrogênio é essencial para a manutenção da vida no planeta, pois se trata de um elemento importante para os organismos vivos, onde o nitrogênio é componente de aminoácidos, aminas, amidas, ácidos nucleicos, clorofila, entre outros. Na agricultura, o nitrogênio é fornecido para as plantas na forma de adubo, que pode seguir por vários caminhos, inclusive retornando para a atmosfera como gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). Desta forma, analise atentamente as alternativas abaixo e marque aquela que melhor descreve como o nitrogênio do solo retorna para a atmosfera.

- a) Bactérias do solo transformam nitratos em gás nitrogênio.
- b) Organismos decompositores convertem amônio em gás nitrogênio.
- c) As plantas assimilam nitrato e o convertem em gás nitrogênio.
- d) Bactérias fixadoras de nitrogênio convertem o nitrato em gás nitrogênio.

**20. [Enem 2017]** Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como componente principal os nitratos.

SOUZA, F. A. Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL. Disponível em: [www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br). Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).

No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de:

- a) Nitratação      b) Nitrosação      c) Amonificação      d) Desnitrificação

Preencha no gabarito abaixo a letra da resposta correspondente ao número da respectiva questão:

<b>Questão</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>10</b>
<b>Letra</b>										
<b>Questão</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Letra</b>										

Obrigado, sua participação será de grande contribuição!

### APÊNDICE 3 – AUTOAVALIAÇÃO GRUPO CONTROLE TURMA 4TB

Este momento foi reservado para que você pudesse contribuir com informações confidenciais sobre como você entendeu as atividades das quais participou, como você considera a sua capacidade de aprendizado nestas atividades e o que oportunizou motivação para você.

Para concluir esta etapa você precisa assinalar uma nota entre **3** e **0** (ZERO), considerando:

[**3** como sendo EXCELENTE, **2** MUITO BOM, **1** RAZOÁVEL E **0** (ZERO) RUIM.]

Obrigado por contribuir participando deste diagnóstico!

Sobre o meu interesse e motivação em cada atividade que participei, considero o meu nível de satisfação, assinalando um (**X**) na opção abaixo que melhor identifica a minha resposta:

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 2 - Aula: Fixação biológica de Nitrogênio e Amonificação.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 3 - Aula: Nitrificação e Desnitrificação.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 4 - Aula: Fertilização do solo e texto “Adubação Verde”.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 5 - Aula: Resolução de atividades propostas no Livro

Didático adotado na escola.

Observações: Gostaria de registrar a seguinte observação: \_\_\_\_\_

---



---



---

Sobre a minha aprendizagem em cada atividade que participei, considero o meu nível de satisfação, assinalando um (**X**) na opção abaixo que melhor identifica a minha resposta:

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 2 - Aula: Fixação biológica de Nitrogênio e Amonificação.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 3 - Aula: Nitrificação e Desnitrificação.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 4 - Aula: Fertilização do solo e texto “Adubação Verde”.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 5 - Aula: Resolução de atividades propostas no Livro

Didático adotado na escola.

Observações: Gostaria de registrar a seguinte observação: \_\_\_\_\_

---



---



---



Sobre as atividades que participei, gostaria de relatar as seguintes sugestões e caso não veja necessidade de alteração, não registrarei nada, considerando que as atividades estão bem elaboradas sem necessidades de mudanças.

Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 2 - Aula: Fixação biológica de Nitrogênio e Amonificação.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 3 - Aula: Nitrificação e Desnitrificação.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 4 - Aula: Fertilização do solo e texto “Adubação Verde”.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 5 - Aula: Resolução de atividades propostas no Livro Didático adotado na escola.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

#### APÊNDICE 4 – AUTOAVALIAÇÃO GRUPO EXPERIMENTAL TURMA 4TC

Este momento foi reservado para que você pudesse contribuir com informações confidenciais sobre como você entendeu as atividades das quais participou, como você considera a sua capacidade de aprendizado nestas atividades e o que oportunizou motivação para você.

Para concluir esta etapa você precisa assinalar uma nota entre **3** e **0** (ZERO), considerando:

[**3** como sendo EXCELENTE, **2** MUITO BOM, **1** RAZOÁVEL E **0** (ZERO) RUIM.]

Obrigado por contribuir participando deste diagnóstico!

Sobre o meu interesse e motivação em cada atividade que participei, considero o meu nível de satisfação, assinalando um (**X**) na opção abaixo que melhor identifica a minha resposta:

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 2 - Situação-problema e elaboração de hipóteses.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 3 - Pesquisa orientada (Biblioteca e Lab. de Informática).

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 4 - Análise do desenvolvimento da planta e exsiccatas.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 5 - Levantamento de dados e produção de lâminas de  
Nódulos Radiculares.

Observações: Gostaria de registrar a seguinte observação: \_\_\_\_\_

---



---



---

Sobre a minha aprendizagem em cada atividade que participei, considero o meu nível de satisfação, assinalando um (**X**) na opção abaixo que melhor identifica a minha resposta:

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 2 - Situação-problema e elaboração de hipóteses.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 3 - Pesquisa orientada (Biblioteca e Lab. de Informática).

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 4 - Análise do desenvolvimento da planta e exsiccatas.

3-( ) 2-( ) 1-( ) 0-( ) Atividade 5 - Levantamento de dados e produção de lâminas de  
Nódulos Radiculares.

Observações: Gostaria de registrar a seguinte observação: \_\_\_\_\_

---



---



---

Sobre as atividades que participei, gostaria de relatar as seguintes sugestões e caso não veja necessidade de alteração, não registrarei nada, considerando que as atividades estão bem elaboradas sem necessidades de mudanças.

Atividade 1 - Vídeo: Ciclo do Nitrogênio.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 2 - Situação-problema e elaboração de hipóteses.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 3 - Pesquisa orientada (Biblioteca e Laboratório de Informática).

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 4 - Análise do desenvolvimento da planta e exsiccatas.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Atividade 5 - Levantamento de dados e produção de lâminas de Nódulos Radiculares.

Sugestão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

## APÊNDICE 5 – PRODUTO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)



FAGUNDES<sup>1</sup>, José Anevan  
DALZOTO<sup>2</sup>, Patricia do Rocio

### **INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium repens*.**

A presente Sequência Didática foi realizada como produto do TCM no Setor de Ciências Biológicas da UFPR e contou com o apoio do Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

O ensino de Biologia oferece a grande vantagem de disponibilizar o maior laboratório de exploração do conhecimento sobre a vida para o estudante. Esse laboratório é o ambiente no qual todos nos encontramos inseridos.

A presente Sequência Didática (SD) foi gerada como produto do Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO – UFPR e fruto do desenvolvimento conjunto entre pesquisadores e estudantes participantes, estando disponibilizada para amplo uso, na sua totalidade, adaptada ou modificada de acordo com as necessidades, resguardados os direitos de informação da fonte.

Visando atender as necessidades da pesquisa original, a SD foi planejada em sua composição para uma demanda de seis aulas dentro da distribuição da carga horária semanal, em conformidade com a previsão da grade curricular que é variável de acordo com a regionalidade estadual e com a modalidade de ensino básico oferecido, sendo no Ensino Médio ou no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional em Nível Técnico.

---

<sup>1</sup> SEED/PR – Biólogo Licenciado pertencente ao Quadro Próprio do Magistério.

<sup>2</sup> UFPR/SPB – Professora Doutora do Setor de Patologia Básica.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MICROBIOLOGIA, BOTÂNICA E ECOLOGIA INTEGRADAS NA  
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA  
INVESTIGATIVA SOBRE A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO**

**JOSÉ ANEVAN FAGUNDES**

**CURITIBA  
2020**

**JOSÉ ANEVAN FAGUNDES**

**MICROBIOLOGIA, BOTÂNICA E ECOLOGIA INTEGRADAS NA  
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA  
INVESTIGATIVA SOBRE A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO**

Esta Sequência Didática (SD), gerada como produto do Trabalho de Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, sob o Título: **Iniciação científica no ensino básico de biologia pela produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens***, foi desenvolvida no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia do Rocio Dalzoto

**CURITIBA**

**2020**

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES .....</b>	<b>4</b>
<b>IMAGENS PARA FACILITAR O RECONHECIMENTO DA LEGUMINOSA ALVO .....</b>	<b>7</b>
<i>Aula 1:</i> Ciclo do Nitrogênio. ....	8
<i>Aula 2:</i> Fixação Biológica de Nitrogênio (Situação-problema x Hipótese). ....	12
<i>Aula 3:</i> Pesquisa orientada. ....	17
<i>Aula 4:</i> Análise do desenvolvimento do cultivar <i>Trifolium repens</i> , montagem de exsicatas e estudo morfoanatômico. ....	21
<i>Aula 5:</i> Agrupamento de dados coletados e produção de lâminas de nódulos radiculares de <i>Trifolium repens</i> . ....	25
<i>Aula 6:</i> Revelação do tratamento dispensado no cultivo, considerações finais e autoavaliação. ....	33
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
<b>SITES CONSULTADOS .....</b>	<b>37</b>



## INTRODUÇÃO

A iniciação científica no ensino de Ciências e Biologia tem um papel fundamental na construção do pensamento lógico e desenvolvimento do protagonismo do estudante. Áreas como a Microbiologia e a Botânica são muito férteis para a realização de experimentos e, com estes, possibilitar a maior interação entre os alunos e professores.

As sequências didáticas aqui apresentadas, produzidas no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede nacional – PROF BIO – na Universidade Federal do Paraná, possibilitam a realização de até 6 aulas, abordando o ciclo do nitrogênio de forma ativa e investigativa.

Nas 6 aulas propostas, os estudantes serão conduzidos, por meio de experimentação e aulas práticas, por conteúdos de Microbiologia, como a confecção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium* sp., coloração de Gram e observação da morfologia bacteriana ao microscópio. Também desenvolverão habilidades no preparo de exsiccatas das plantas, bem como na análise de sua estrutura morfoanatômica.

Ao fomentar a curiosidade dos estudantes, por meio de atividades investigativas, estes assumem o protagonismo no processo ensino-aprendizagem e o professor atua como um mediador, norteador de questões e orientador no desenvolvimento do trabalho.

Esperamos que as sequências didáticas propostas sejam de grande valia na sua prática profissional, como foram para os autores deste trabalho.

Patricia Dalzoto

## RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES

Como em qualquer ação intencionalmente pedagógica, o planejamento é uma condição essencial para o sucesso tanto de intervenção quanto de realização da proposta. Orientando-se por este pensamento, o processo de desenvolvimento da prática investigativa sugerida depende diretamente da elaboração de um plano de trabalho operacional.

Entre as etapas do método, nos deparamos com algumas condições da ciência. O que fazer (enunciado com a situação-problema a explorar)? Por que fazer (justificativa)? Para que fazer (objetivos)? Como fazer (metodologia)? Com o que fazer (recursos)? E quando fazer (cronograma)?

Portanto, é fundamental que o professor considere que o fator temporal no desenvolvimento desta sequência didática é determinante, pois como dica, caberá iniciar o cultivo a partir da semente do trevo branco que apresenta tempo médio de germinação entre 2 e 5 dias, conforme verificações em testes pelo autor, ou partindo-se de buscas entre os gramados para reconhecimento da planta e seleção de mudas para uso em replantio.

Assim, o processo pode ser desenvolvido a partir de uma das recomendações indicadas para a obtenção do material biológico como recurso exploratório. No caso da escolha pela busca de mudas, recomenda-se que durante a coleta, os nódulos observados nas raízes sejam removidos, conforme detalhamento mais adiante. Para tanto, coletadas as mudas, as plantas devem permanecer de molho em um recipiente com água de torneira por cerca de 20 minutos, seguida de uma lavagem em água corrente com o objetivo de remover todo o substrato de solo agregado no sistema radicular.

Na continuidade os nódulos presentes nas raízes devem ser removidos com o auxílio de pinça e estilete, sendo reservados. Os nódulos removidos deverão apresentar uma quantidade próxima de um grama para que sejam triturados e adicionados a uma solução preparada de água açucarada, onde contenha 125 mL de água para aproximadamente 12,5 g de açúcar, equivalente a cinco colheres de chá.

Esta solução deve ser bem misturada com os nódulos triturados e servirá como um inoculante orgânico biológico.

As mudas lavadas, já extraídos os nódulos visíveis, devem permanecer com seus sistemas radiculares imersos na solução preparada pelo tempo de 1 a 2 horas e imediatamente, decorrido o tempo de inoculação, estas deverão ser replantadas nos locais para o desenvolvimento em cultivo, recomendando-se um recipiente próprio com a indicação de vasos numerados de 1 a 3, devidamente identificados.

Se na sua escola existir horta escolar, é conveniente explorar um pequeno espaço para desenvolver este momento de cultivo, de forma organizada e planejada para o uso posterior das plantas na sequência didática propriamente dita.

Caso não haja horta, será prudente definir uma área mais retirada, dentro do pátio da escola, onde seja realizado o canteiro de pesquisa com algum tipo de isolamento e desenvolvendo uma conscientização com os demais estudantes da escola, em sentido de promover os propósitos de cultivo para utilização nas aulas, ao longo do ano letivo.

O tempo de cultivo deverá ser desenvolvido de março a novembro e a planta sugerida (Trevo-branco) é uma leguminosa perene, de fácil manipulação, sem riscos aos estudantes.

Para o cultivo, sendo a partir da semeadura, ou pela produção de mudas, recomenda-se que seja feito um levantamento nas casas do ramo para floricultura em sua região, das indicações de produtos fertilizantes em formulação NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) de modo que sejam disponibilizados dois produtos que apresentem na sua fórmula, uma concentração baixa de no máximo 5% de N e outro com o valor entre 15 e 20% de N. O preparo deve seguir as instruções do rótulo e as dosagens de aplicação deverão seguir o padrão estabelecido pelo fabricante. Normalmente os fertilizantes para desenvolvimento das raízes e os recomendados para o sistema foliar, já apresentam esta diferença necessária para a concentração do N nas suas formulações.

É de elevada relevância que o cultivador tenha tudo muito organizado e controlado para que não ocorram contaminações cruzadas entre os recipientes e produtos utilizados para o tratamento durante o cultivo. Portanto, para três vasos de cultivo serão necessários dois recipientes identificados com a numeração respectiva de cada vaso. Também, serão necessárias três bisnagas para pulverização, duas para aplicação dos fertilizantes nas suas diferentes concentrações de N e uma outra para a rega pulverizada com água, tão somente.



Caso ocorra algum problema quanto a diluição para o fertilizante, o qual deve ser dada a preferência pelo produto com solução mãe em via líquida. Deste, deve-se diluir 5 mL, equivalente a duas tampinhas rasas de refrigerante de garrafa PET como medidor do volume necessário, em um litro de água. Esta medida deverá ser igual para os dois fertilizantes, nas referidas concentrações (4 a 5% e 15 a 20%).

Semanalmente os vasos deverão ser pulverizados com 100 mL de apenas água, 100 mL com fertilizante a 4 ou 5% N e 100 mL com fertilizante a 15 ou 20% N, utilizando-se dos borrifadores respectivamente identificados pelo número do seu vaso correspondente. Este tratamento deverá ocorrer do início do plantio até o momento final de utilização das plantas cultivadas para o estudo.

Como a condição temporal não é rigidamente absoluta, sendo uma planta perene, realizado o cultivo, o momento apropriado para realizar a prática experimental investigativa pode iniciar a partir do momento do ciclo biológico em que as flores estejam iniciando a desidratação (coincidente com o processo de reprodutivo em que os frutos já estão carregados com sementes), pois o sistema radicular já estará bem desenvolvido.

Planejamento e método, caracterizam meio caminho, a partir deste ponto, os efeitos da influência das diferentes concentrações à base de Nitrogênio começam a produzir os fenômenos que serão abordados na proposta que segue.

O método ativo de aprendizagem investigativa é uma forma de oportunizar ao estudante em seu processo criativo e protagonista o lançamento de suas suposições, testando seus resultados frente às argumentações em sua criticidade para admitir ou rejeitar explicações dentro do universo científico ao qual se encontrará inserido.

Para colher os frutos, o caminho é o plantio com os cuidados de cultivo, desejamos a você que a colheita seja um aprendizado significativo dentro desta abordagem investigativa na qual os estudantes sejam protagonistas e o professor ou professora, os facilitadores para a tão desejada transposição didática.

# IMAGENS PARA FACILITAR O RECONHECIMENTO DA LEGUMINOSA ALVO

*Trifolium repens* (Trevo-branco) - fácil ocorrência entre os gramados.

Um recurso biológico disponível bem próximo de você.



A planta: inflorescência, flores, frutos, sementes e nódulos radiculares.



FONTE O autor (2020).

## Seis Aulas – SD-1

**I. Aula 1: Ciclo do Nitrogênio.**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Ciclo do Nitrogênio - Microbiologia no contexto escolar - (aula explorando vídeo selecionado).

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Apresentar como o Nitrogênio perfaz seu ciclo por entre os sistemas abióticos e bióticos.

**Objetivos específicos:**

- Conhecer as etapas envolvidas nas mudanças químicas do Nitrogênio;
- Associar a importância da Fixação Biológica do Nitrogênio para a vida;
- Criar no caderno um mapa conceitual com a representação do ciclo do Nitrogênio;
- Utilizar recurso audiovisual para introduzir o conteúdo do ciclo do Nitrogênio através de uma estratégia motivadora;
- Estimular a participação dos estudantes na indagação de suas dúvidas oriundas do recurso audiovisual apresentado.



#### **V. Conteúdos:**

- Ciclo do Nitrogênio.
- Simbiose mutualística.
- Fixação Biológica de Nitrogênio.
- Microbiologia no contexto escolar.

#### **VI. Desenvolvimento do tema:**

- Inicialmente os estudantes devem ser acolhidos para apreciarem um vídeo selecionado e envolvendo o tema da aula: "Ciclo do Nitrogênio - Microbiologia no contexto escolar". (Este material a critério do regente)
- O vídeo deve ser escolhido para o propósito de cumprir a estimulação dos estudantes para a questão da temática da aula e como estratégia de substituir o uso clássico do quadro de giz, ao mesmo tempo em que se oferece uma alternativa mais dinâmica, através de animação para apresentar um conteúdo de não tão fácil compreensão para os estudantes.
- Os estudantes devem ser orientados a registrarem as dúvidas no ponto em que o vídeo for apresentado para que ao final da apresentação a dialógica possa ser desenvolvida. Trata-se de um vídeo<sup>1</sup> de curta duração, transcorrido em 5 minutos e 20 segundos, para que possa ser reprisado para suprir as eventuais dúvidas surgidas após a exposição do recurso de audiovisual.
- Segundo Moran (1995), o uso dos vídeos são estímulos para despertar a curiosidade e motivá-los para introduzir novas temáticas de aprendizagens na condução para um processo de pesquisa, como grande apoio de representação ao que é simplesmente transmitido pela explanação docente, aproximando o imaginário ao que é possível observar, ainda que seja através do recurso de animação.
- Na continuidade da aula, os estudantes devem ser instruídos a utilizarem dos recursos imediatamente disponíveis em sala de aula para criar no caderno o esquema de um breve mapa conceitual para a representação do ciclo do Nitrogênio, apoiando-se no material apresentado que pode manter a imagem congelada demonstrando o conteúdo necessário; utilizando-se do livro didático pessoal, fornecido pela escola a cada estudante, ou ainda, acessando de seu dispositivo pessoal (*smartphone*) a rede mundial para consultas e pesquisas necessárias.
- Por fim, os estudantes devem ser instruídos a analisar três questões direcionadoras para a dissertação de uma resposta de consenso de grupo.

<sup>1</sup> Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – Ciclo do Nitrogênio. IMPEvideoseduc. 30 de set. de 2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 de out. 2019.



- Questões instigadoras:

1. Qual o papel dos microrganismos do solo no processo de ciclagem do Nitrogênio?
2. Quais são as condições biológicas para que o processo de fixação de Nitrogênio ocorra na natureza?
3. Como você imagina a possibilidade de estudar os microrganismos na sala de aula de uma forma mais interessante?

#### **VII. Recursos didáticos:**

- Livro didático Biologia hoje, v. III de Linhares, Gewandsznajder e Pica (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata;
- Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – Ciclo do Nitrogênio. IMPEvideoseduc. 30 de set. de 2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 out. 2019.
- Projetor de mídia;
- Notebook;
- *Smartphone* pessoais (próprios dos estudantes);
- Material escolar pessoal.

#### **VIII. Avaliação:**

A avaliação deverá ser diagnóstica mediante apresentação dos seguintes instrumentos:

- Registro das observações de eventuais dúvidas pertinentes ao vídeo apresentado;
- Contribuição dialógica a respeito do material audiovisual apresentado;
- Representação criativa do ciclo do Nitrogênio elaborado a partir do material de consulta disponibilizado;
- Interação de grupo na elaboração de respostas consensuais;
- Resoluções das questões instigadoras.

**IX. Referências:**

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Revista Comunicação e Educação**. São Paulo, editora Moderna, p. 27-35, abr. 1995. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/vidsal.htm>> Acesso em: 17 out. 2019.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

## Seis Aulas - SD-2

**I. Aula 2: Fixação Biológica de Nitrogênio (Situação-problema x Hipótese).**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Fixação Biológica de Nitrogênio no contexto escolar.

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Desenvolver um ensino investigativo pela metodologia ativa conduzida pela aprendizagem baseada em problemas a partir do *Trifolium repens* (Trevo branco) cultivado na Horta Escolar ou em espaço escolhido para o canteiro.

**Objetivos específicos:**

- Contextualizar o conteúdo programático sobre o processo de fixação biológica de Nitrogênio;
- Promover o interesse pelo estudo de biológico envolvendo interações harmônicas interespecíficas no contexto escolar (mutualismo);
- Associar a importância da Fixação Biológica do Nitrogênio para a vida;
- Desenvolver o senso crítico pela elaboração de hipóteses;
- Estimular a interação dialógica em grupos de estudo.

**V. Conteúdos:**

- Método científico.
- Ciclo do Nitrogênio e as plantas leguminosas.
- Simbiose mutualística.
- Fixação Biológica de Nitrogênio.
- Microbiologia no contexto escolar.

**VI. Desenvolvimento do tema:**

Segundo Talarico<sup>2</sup> et al. (2007) a participação do estudante na vivência do método científico deve oportunizar o desenvolvimento de um processo construtivo do saber escalado, passo-a-passo, dentro do tempo necessário à sua apropriação de forma gradual.

Nas recomendações preliminares estão descritas as orientações pertinentes ao cultivo do *Trifolium repens*<sup>3</sup> pelo autor, sem o envolvimento dos estudantes ou que pode envolvê-los, com turmas diferenciadas e com propósitos diferenciados como, por exemplo, para a promoção de um debate futuro entre estudantes cultivadores e estudantes que participaram deste momento de envolvimento na sequência didática, ou porque não, com os próprios estudantes cultivando sem que soubessem de fato o que promoviam na pulverização de regas semanais nos vasos identificados. Aqui está a liberdade de decisão do professor moderador, facilitador. Assim, a planta deve ser cultivada de março a novembro, sob três condições diferenciadas de tratamento N-P-K em cada um dos vasos (vaso 1 = a; vaso 2 = b e vaso 3 = c) e com rega de água por cinco dias da semana:

- a) com fertilizante formulação 15 a 20% (N) diluições para 100 mL em uso semanal;
- b) regado exclusivamente com água 0% (N) 100 mL em uso semanal;
- c) fertilizante formulação 4 a 5% (N) diluição para 100 mL em uso semanal;

\*Obs.: O produto fertilizante Formulação N-P-K pode ser obtido diretamente nas casas do ramo como floriculturas, com formulações iguais e diferentes. O importante

<sup>2</sup>TALARICO, T. C.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, P. L. de; DÖWCH, I.; LANDERS, J. N. **De olho no ambiente**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

<sup>3</sup> Trata-se de uma planta leguminosa forrageira de ampla distribuição cosmopolita conhecida por Trevo-branco.



é que a escolha contemple ao menos duas formulações diferentes em que as diferenças de concentração de N sejam em uma opção não superior a 5% e na outra, entre 15 a 20%. Também a decisão quanto qual vaso vai receber o tipo de tratamento é uma atribuição ao professor/professora.

Tudo poderá transcorrer da seguinte maneira:

- Inicialmente devem ser apresentadas três amostras plantadas de *Trifolium repens* para que os estudantes procedam às observações sobre a variedade cultivada. Tome-se o cuidado para não repassar informações sob as condições preliminares de cultivo, evitando influenciar nas observações e percepções dos participantes.
- Na continuidade a turma deve ser dividida em três equipes, elegendo um representante para sortear um número correspondente ao vaso numerado que contém o cultivar (são três vasos, sob três modos de tratamento).
- As equipes reunidas e tomadas de seus registros e observações estabelecem a dialógica após a apresentação de uma situação-problema, interagindo para a elaboração de suas hipóteses quanto ao processo de desenvolvimento do cultivar.
- Pensar criticamente é um exercício que requer um ambiente de tranquilidade, portanto, é de elementar condição que o Regente prese pela garantia de um ambiente harmonioso e plácido para que os pensamentos e conversas dialógicas possam fluir na percepção investigativa oferecida às equipes, mediante exposição do enunciado para a situação-problema.
- A situação-problema:  
O regente tem a oportunidade em criar ou estabelecer este momento que será determinante para o desenvolvimento dentro da concepção investigativa ou ainda, replicar a sugestão apresentada nesta SD.

A situação-problema autoral criada e exposta aos estudantes sugere o seguinte enunciado que deve ser entregue em folha escrita para que cada participante acompanhe a leitura, promovendo a análise e a dialógica:

Sabendo-se que o Nitrogênio é um elemento químico essencial para a formação das proteínas dos seres vivos e estando presente como maior componente do ar atmosférico que nos rodeia, entre 78 e 80%.

Estando também relacionado às associações harmônicas envolvidas entre plantas da família das leguminosas e bactérias, genericamente denominadas por rizóbios.

Considerando-se, ainda que estes microrganismos ao viverem associados às raízes dessas plantas estabelecendo o mutualismo (um tipo de relação ecológica interespecífica harmônica) desenvolvem como especial “moeda de roca” o Nitrogênio por glicose.

Sendo os rizóbios, bactérias que infectam a planta, desenvolvendo tumores nodulares em suas raízes, como evidenciar os benefícios promovidos da relação entre estes organismos (rizóbios e Trevo-branco) através da fixação do Nitrogênio atmosférico, explorando a planta leguminosa escolhida e cultivada na Horta Escolar?

- Equipes reunidas, tomadas de suas observações, registros, vaso numerado com a planta cultivada e com o enunciado escrito, recebem a relevante informação de como foram às condições de cultivo das plantas *Trifolium repers* antecedida à manipulação pelos estudantes, porém, **sem identificar o tipo de tratamento dispensado a cada vaso de cultivo.**
- De posse das informações repassadas posteriormente aos registros e observações sobre as plantas respectivas aos vasos identificados por seus números (1, 2 e 3), os estudantes devem ser orientados a analisarem seus dados, estabelecendo as respectivas comparações entre o desenvolvimento das plantas, permutando informações entre equipes.
- Na continuidade da aula, os estudantes devem ser instruídos a registrarem suas hipóteses amparadas na comparação entre as plantas presentes nos três vasos disponibilizados e vinculando-as ao enunciado da situação-problema.
- Por fim, os estudantes devem ser orientados a anotar as hipóteses direcionadoras para a busca de dados que possam confirmá-las em consenso de grupo.

Registro das Hipóteses:

Hipóteses elaboradas: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

Obs.: os estudantes podem chegar ao consenso de hipótese única ou podem manter uma hipótese por equipe, dependerá do acordo comum. O importante é que os estudantes possam chegar a justificativa das suas escolhas na argumentação das suas hipóteses.

**VII. Recursos didáticos:**

- Livro didático Biologia hoje, v. III de Linhares, Gewandszajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata;
- *Trifolium repens* – (Trevo-branco), planta leguminosa cultivada pelo autor;
- Horta Escolar;
- Fotocópias do enunciado (um por estudante) impresso em fonte tamanho 14.

**VIII. Avaliação:**

A avaliação deverá ser diagnóstica mediante apresentação dos seguintes instrumentos:

- Registro das observações pertinentes às plantas apresentadas nos vasos de cultivo;
- Contribuição dialógica na elaboração da hipótese pela equipe;
- Contribuição colaborativa na etapa de elaboração da hipótese;
- Colaboração na civilidade para manutenção do ambiente harmônico;
- Apresentação escrita da hipótese e defesa prévia (oral) de forma simples.

**IX. Referências:**

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

TALARICO, T. C.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, P. L. de; DÖWCH, I.; LANDERS, J. N. **De olho no ambiente**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.



## Seis Aulas – SD-3

**I. Aula 3: Pesquisa orientada.**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Biologia no contexto escolar: integração Botânica, Microbiologia e Ecologia.

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Fundamentar teoricamente os conteúdos da pesquisa.

**Objetivos específicos:**

- Desenvolver a capacidade de seleção criteriosa de conteúdos relacionados à fundamentação da hipótese elaborada;
- Pesquisar o processo da Fixação Biológica do Nitrogênio;
- Pesquisar um método possível para observação de bactérias;
- Pesquisar os métodos da ciência Botânica reservados para a produção de exsiccatas<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> FAGUNDES, José A.; GONZALEZ, Carlos Eduardo F. *Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio*. 34 p. 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

#### V. Conteúdos:

- Método de observação de organismos procariotos.
- Exsicatas de plantas na Botânica.
- Processo de Fixação Biológica de Nitrogênio.
- Microbiologia no contexto escolar.

#### VI. Desenvolvimento do tema:

- Para Thiollent<sup>5</sup> (1992) defensor da metodologia da pesquisa-ação, desenvolvida dentro da prática social. Baseada na experiência e observação, vinculando-se às ações ou resolução de problema de grupo, ou seja, no trabalho coletivo e que pode estar alinhado com a metodologia desenvolvida com o tema explorado nesta SD. Pois para este autor, os problemas são trabalhados de forma colaborativa em conjunto entre o regente moderador e os estudantes participantes da pesquisa, do mesmo modo proposto neste desenvolvimento para o qual o regente desempenha apenas a função de orientação e mediação para que os estudantes desenvolvam ativamente as suas potencialidades de construção do seu processo de conhecimento e aprendizagem.
- Os estudantes devem ser orientados que as três equipes formadas na aula anterior, serão reconstituídas na próxima aula e que para este momento de trabalho colaborativo, deverão formar outras quatro equipes de trabalho operacional para a ocasião.
- Constituídos os quatro grupos, realiza-se um sorteio de tarefas, assim organizadas:
  - Tarefa equipe X – Pesquisa na Biblioteca Escolar: Exsicatas Botânicas.  
Nesta tarefa os estudantes são instigados a executarem uma pesquisa na biblioteca, utilizando os recursos de informática disponíveis para buscar informações sobre a técnica de preparação de exsicatas para conservar exemplares botânicos. Ainda é missão que busquem através de consulta em sítios de busca, endereços eletrônicos de bancos digitalizados para consulta de exsicatas, objetivando localizar exemplares da planta com a qual estejam desenvolvendo o estudo coletivo (*Trifolium repens*).
  - Tarefa equipe Y – Pesquisa no Laboratório de Informática Escolar: Métodos para observações de bactérias. Os estudantes devem executar um levantamento, na medida do possível, dos recursos básicos para observar bactérias no colégio. Deverão incluir na pesquisa o método de coloração do material biológico, materiais e equipamentos necessários (espera-se que os estudantes cheguem na técnica da coloração de

<sup>5</sup> THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 5 ed., 1992.

Gram]. Caberá ao professor(a) na sua mediação, promover os recursos para que os estudantes possam explorar materiais e equipamentos necessários, bem como, orientar seu uso acautelado.

- Tarefa equipe W – Pesquisa no Laboratório de Informática Escolar: Processo de Fixação Biológica de Nitrogênio. Os estudantes deverão pesquisar as relações específicas entre os rizóbios e as leguminosas. Poderão incluir as relações com a variedade cultivada, mas a autonomia é dos estudantes.
- Tarefa equipe Z – Os estudantes serão orientados e utilizarão o tempo da aula para pesquisar onde quiserem, estando ambos os ambientes disponibilizados para o estudo. A missão ficará por conta de definirem estratégias possíveis de comparação entre o desenvolvimento das plantas cultivadas sob as três condições descritas na aula SD-2. A definição deverá apresentar formas de registros para a composição de dados (levantamento de informações transformadas em dados para análise).
- As equipes devem ser orientadas a otimizar o tempo destinado.

**Obs.:** O regente deve considerar os recursos disponíveis na sua unidade escolar para que esta SD possa ser executada integralmente. Os *smartphones* podem ser autorizados para o uso pedagógico, em anuência com o Serviço de Orientação Escolar e Pedagógico (SOEP) da Unidade Escolar, de forma a moderar o recurso como ferramenta educacional para uso escolar, mas para casos excepcionalmente dos estudantes que possuem os aparelhos com a autorização dos pais, evitando-se conflitos tecnológicos, educacionais ou de ordem social, alinhado com o Regimento Interno.

#### **VII. Recursos didáticos:**

- Livro didático de Biologia hoje, v. III de Linhares, Gewandsznajder e Pica (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata;
- Biblioteca Escolar (acervo bibliográfico e computadores para acesso e consulta à rede internet);
- Laboratório de Informática.
- Horta Escolar: para o cultivo do trevo branco (Vaso 1 – Vaso 2 – Vaso 3) e exploração dos fertilizantes:
  - Fertilizante (NPK) pobre em Nitrogênio com concentração entre 4 a 5 %;
  - Fertilizante (NPK) rico em Nitrogênio com concentração entre 15 a 20 %;
 OBS.: os produtos podem ser obtidos nas casas de ramo de jardinagem.
- *Smartphones* pessoais (próprios dos estudantes ou do regente);
- Material escolar pessoal.



**VIII. Avaliação:**

A avaliação deverá ser diagnóstica mediante apresentação dos seguintes instrumentos:

- Registro das anotações da pesquisa orientada sobre Exsicatas Botânicas;
- Registro das anotações da pesquisa orientada sobre métodos para observações de bactérias;
- Registro das anotações da pesquisa orientada sobre o Processo de Fixação Biológica de Nitrogênio;
- Registro das anotações da pesquisa orientada sobre as estratégias possíveis de comparação entre o desenvolvimento das plantas cultivadas sob as três condições descritas na aula SD-2.

**IX. Referências:**

FAGUNDES, José A.; GONZALEZ, Carlos Eduardo F. **Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da botânica no ensino médio**. 34 p. 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, V.3. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 5 ed., 1992.

## Seis Aulas – SD-4

**I. Aula 4: Análise do desenvolvimento do cultivar *Trifolium repens*, montagem de exsicatas e estudo morfoanatômico.**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Sala de Aula Convencional como laboratório de pesquisa na iniciação científica (Pesquisa aplicada – contextualização na sala de aula.).

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Aplicar a fundamentação teórica no processo de levantamento de dados do desenvolvimento botânico da leguminosa *Trifolium repens*.

**Objetivos específicos:**

- Executar procedimentos de registros e coleta de dados;
- Organizar dados para apresentação comparativa;
- Desenvolver a capacidade de análise comparativa de dados coletados;
- Aplicar os conceitos pesquisados;
- Manter exemplares preparados em duplicatas de exsicatas para integrar a coleção do acervo do Herbário Escolar como recurso científico e educacional permanente;
- Oferecer um ensino ativo em que o estudante seja produtor e agente do seu processo de aprendizagem.

#### V. Conteúdos:

- Morfologia elementar de leguminosa.
- Anatomia elementar de leguminosa.
- Nódulos radiculares.

#### VI. Desenvolvimento do tema:

- Inicialmente os estudantes devem ser acolhidos no Laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas, quando a unidade educacional dispuser. Nas escolas em que a infraestrutura não apresenta o espaço do laboratório, a própria sala de aula deve ser utilizada como laboratório, assim, as atividades podem ser realizadas no espaço da sala de aula convencional, sendo toda adaptada dentro da realidade escolar na conjuntura. Seria muito melhor realizar as ações dentro de espaços físicos apropriados à promoção do clima da ciência e da pesquisa aplicada, mas este fato não deve ser encarado como um impeditivo ao exercício de boas práticas que favoreçam o protagonismo acadêmico na educação básica. Assim, Lima e Garcia<sup>6</sup> (2011) reafirmam esta posição de que cabe ao regente a decisão em oportunizar procedimentos científicos, valendo-se do entorno quando não existir um espaço específico e mais apropriado.
- Durante todo o procedimento deve-se manter uma caixa de primeiros socorros para uso imediato, objetivando minimizar os efeitos de qualquer natureza accidental que possa ocorrer.
- Em sala de aula convencional (na ausência de laboratório), os estudantes devem ser acomodados e organizados em suas três equipes constituídas na aula SD-2.
- Os estudantes deverão estar de posse de suas anotações e registros para dar prosseguimento nas seguintes atividades:
  - Equipe 1 - Utilizar as definições estabelecidas na aula SD-3 pela Equipe Z para as formas de registros e composição de dados (levantamento de informações transformadas em dados para análise). Espera-se que os estudantes analisem o tamanho anatômico de folíolos, folhas, caules, raízes etc., através de alguma forma de mensuração. Resguardando a condição fundamental da proatividade e participação ativa dos estudantes como agentes envolvidos no processo.

**Dica:** fotografar as peças anatomorfológicas utilizando de recursos métricos como régua ou papel milimetrado com sobreposição das peças.

<sup>6</sup> LIMA, D.B; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de biologia no ensino médio. *Cadernos de Aplicação*, v. 24, n. 1, jan./jun. 2011.



- Equipe 2 – Concomitantemente e de forma conjunta, os estudantes devem utilizar as informações sobre a técnica de preparação de exsiccatas para conservar exemplares botânicos da planta utilizada no estudo com a finalidade de manter o material em acervo para uso posterior. (Pode constituir um estímulo ao desenvolvimento de outras ações como o *insight* para início de um herbário escolar, por exemplo. No caso deste autor, os exemplares em duplicatas e triplicatas, preparados pelos estudantes, constituíram peças do acervo do Herbário Escolar para consulta local e mesmo científica. Pode ser um excelente momento para a criação de um herbário na sua escola, o que acha? Veja as referências na aula anterior sobre como montar um herbário na sua escola.).
- Equipe 3 – Os estudantes devem restringir sua coleta de dados de forma mais específica ao sistema radicular da planta *Trifolium repens*, direcionada a observação dos nódulos radiculares presentes nas amostras, sempre pautados na atenção da procedência da planta cultivada de forma respectivamente identificada ao vaso de origem, cuidando para não misturar as amostras, organizadamente identificadas.
- Os estudantes devem ser orientados a fazerem uso dos recursos disponíveis para captura de imagens. Sendo disponibilizada uma Lupa Estereoscópica e utilizando-se dos *smartphones* pessoais, as imagens devem ser capturadas, mas para apresentação dos resultados, recomenda-se a escolha das imagens arquivadas no *smartphone* do professor e deste, socializadas no grupo, para resguardar os direitos de uso de imagem. Na falta do equipamento, as lupas de mão ajudam bastante, mas nada comparado aos recursos de ampliação digital de imagem proporcionados pelos aparelhos *smartphones*.
- Por fim, os estudantes devem ser orientados a organizar os dados coletados para auxiliar nas análises e discussões posteriores.

#### **VII. Recursos didáticos:**

- Sala de Aula Convencional como laboratório de pesquisa na iniciação científica;
- Livro didático *Biologia hoje*, v. III de Linhares, Gewandsznajder e Paca (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata;
- Herbário Escolar;
- Lupa Estereoscópica; Caixa de Primeiros Socorros;
- *Notebook*; *Smartphone* pessoal (Regente de Sala);

- Material escolar pessoal; tesoura; pinça e estilete (limitados na quantidade de duas unidades por item, fornecidos exclusivamente pelo Regente de Sala e de forma bem controlada por constituírem instrumentos perfurocortantes<sup>7</sup>).

### VIII. Avaliação:

A avaliação deverá ser diagnóstica mediante apresentação dos seguintes instrumentos:

- Registro e coleta de dados.
- Criatividade na definição dos elementos de coleta de dados.
- Prensagem das plantas na preparação das exsicatas.
- Organização dos dados coletados.
- Qualidade das imagens selecionadas para composição de dados.

### IX. Referências:

LIMA, D. B.; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos de Aplicação**, v. 24, n. 1, jan./jun. 2011.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

Portal Educação. **Resíduos perfurocortantes**. 2019. Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/residuos-perfurocortantes/38871>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

<sup>7</sup> São os objetos e instrumentos que possam furar ou cortar, como lâminas, bisturis, agulhas e ampolas de vidro, classificados no Grupo E, segundo Resolução nº 5/93 do CONAMA. Portal Educação. **Resíduos perfurocortantes**. 2019. Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/residuos-perfurocortantes/38871>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

## Seis Aulas – SD-5

**I. Aula 5: Agrupamento de dados coletados e produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens*.**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Sala de Aula Convencional como laboratório de iniciação em investigação científica (Pesquisa aplicada – contextualização na sala de aula.).

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Desenvolver a capacidade da análise de resultados argumentativos para a confirmação de hipóteses.

**Objetivos específicos:**

- Finalizar procedimentos de registro e coleta de dados;
- Organizar dados para apresentação comparativa;
- Desenvolver a capacidade de análise comparativa de dados coletados;
- Aplicar os conceitos pesquisados;
- Preparar lâminas com rizóbios obtidos de nódulos radiculares;
- Aplicar técnica de coloração de bactérias para possíveis rizóbios presentes nos nódulos radiculares da planta leguminosa utilizada no estudo;
- Oferecer um ensino ativo em que o estudante seja participante da produção do seu processo de aprendizagem;



- Utilizar equipamentos de laboratório como Lupa Estereoscópica e Microscópios para observação de estruturas morfológicas botânicas e rizóbios presentes em nódulos radiculares da planta *Trifolium repens*;
- Confirmar a relação harmônica da fixação biológica de nitrogênio entre rizóbios e o trevo branco usado no estudo.

#### **V. Conteúdos:**

- Morfologia elementar de leguminosa.
- Anatomia elementar de leguminosa.
- Nódulos radiculares.
- Fixação Biológica de Nitrogênio.
- Microscopia Óptica.
- Produção de lâminas para observação microscópica.
- Coloração de lâminas em microscopia.

#### **VI. Desenvolvimento do tema:**

- Inicialmente os estudantes devem ser acolhidos no Laboratório de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas, quando a unidade educacional dispuser. Nos casos em que a unidade não possua, os estudantes devem ser acolhidos em sala de aula convencional.
- Em se tratando da falta de uma instalação física apropriada, o Regente deve adaptar o espaço escolar para que possa atender as necessidades dos estudantes durante todos os procedimentos envolvidos na atividade da SD, ou seja, planejar e organizar os recursos necessários antecipadamente.
- Durante todo o procedimento deve-se manter preventivamente uma caixa de primeiros socorros para uso imediato, objetivando minimizar os efeitos de qualquer natureza acidental que possa ocorrer com algum participante.
- Uma orientação que deve ser seguida com muita cautela por todos é o cuidado em manter uma correspondência absoluta entre a procedência da amostra em estudo com a sua origem indicada pelo número de vaso de cultivo, garantindo que a organização de dados seja fidedigna com suas respectivas amostras.
- Para que os estudantes possam fazer uso dos materiais para a preparação ou manipulação de lâminas de microscopia, deve-se fornecer aos participantes para o uso: pares de luvas, óculos e avental os quais constituem os componentes básicos de EPIs<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Sigla de indicação para Equipamentos de Proteção Individual.

- Em sala de aula convencional, na ausência de laboratório, devidamente equipada com os recursos materiais e tecnológicos necessários, os estudantes devem ser acomodados e organizados em suas três equipes constituídas na aula SD-2 para dar continuidade às atividades que seguirão:

- Equipe 1 – Deverá agrupar os dados coletados e proceder às análises de comparação de desenvolvimento entre as amostras das plantas de *Trifolium repens* obtidas dos três vasos numerados, sob três diferentes condições de tratamentos e cultivo.
- Equipe 2 – Deverá ser coordenada pela Equipe Y SD-3 para que procedam às técnicas preparação e produção de lâminas de nódulos radiculares de *Trifolium repens* e de rizóbios.

Propósito: produção de lâminas de secções transversais e longitudinais de nódulos radiculares a fresco, sem corantes; produção de lâminas com esfregaço de nódulos radiculares para exploração em microbiologia de rizóbios com técnicas de microscopia.

- Produção de lâminas por secção de nódulos radiculares:

**Dica:** utilizando-se de um cubo de isopor de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup>, pode-se com o recurso de um palito de dentes, fazer uma perfuração central de modo a atravessar o bloco. Depois deve-se selecionar uma raiz que apresente boa nodulação radicular, a qual deve ser transpassada pelo orifício no bloco até que o nódulo esteja completamente em seu interior. Depois é só produzir fatias sequenciais do isopor, obtendo várias secções dos nódulos radiculares para que sejam observados com auxílio de lupas, microscópio ou a partir de fotos com ampliação digital, a partir da captura da câmera dos *smartphones*. Dependendo do tipo de secção, se o interesse de obtenção for longitudinal, deve-se seguir a mesma orientação, porém deve-se fazer um corte prévio no meio do cubo de isopor, mas sem seccioná-lo por completo, o corte deve atingir metade do bloco apenas. Assim, pode-se forçar a separação das partes entre o corte para que outra raiz seja depositada internamente do sentido de corte desejado para que se obtenham as peças seccionadas.

É muito importante que as peças sejam indicadas quanto ao número do vaso procedente para garantir a fidelidade dos dados a serem colhidos.



- Produção de lâminas de esfregaço<sup>9</sup> de nódulos radiculares:

**Dica:** os esfregaços são muito fáceis de se preparar, bastando extrair o nódulo desejado, sempre a partir de raízes previamente lavadas para eliminar a sujidade contida no substrato agregado no sistema radicular. O nódulo então, deve ser posicionado no centro entre duas lâminas de microscopia, as quais devem ser comprimidas levemente para esmagar o nódulo, podendo friccioná-las para espalhar o conteúdo pelas lâminas. Na sequência com um isqueiro a gás, pode acelerar a secagem com a fixação do material biológico nas lâminas, sempre pela parte de baixo da lâmina, sem queimar o conteúdo de fixação e com rápidas flambadas.

É muito importante que as lâminas sejam identificadas quanto ao número do vaso procedente para garantir a fidelidade dos dados a serem colhidos.

- Coloração dos esfregaços através da Técnica de Gram<sup>10</sup>:

**Dicas:** Para facilitar, deve-se separar uma bandeja de isopor, reaproveitada dessas embalagens de frios e com o uso de palitos de espetinho de madeira, você poderá fazer uma "cama de coloração" para as lâminas com esfregaço. Para tanto, basta atravessar dois palitos paralelamente a uma distância de 5 centímetros no sentido longitudinal da bandeja de isopor, nas abas das bordas, assim você criará uma base para depositar as lâminas durante os procedimentos da coloração. Realizando as pigmentações, as lavagens e a descoloração com maior comodidade. Outra dica é utilizar um pequeno pedaço de isopor, preferencialmente de reaproveitamento de embalagens descartadas. Neste pequeno bloco você fará pequenos cortes inclinados a 45° com o uso de um estilete de corte, a uma profundidade máxima de 1 cm e com uma extensão aproximada de 20 cm. Será nesta cavidade que as lâminas podem ser

<sup>9</sup> Técnica de preparação de material biológico para observação entre lâmina e lamínula, fixado pelo calor.

<sup>10</sup> A **técnica de Gram**, também conhecida como **coloração de Gram**, é um método de coloração de bactérias desenvolvido pelo médico dinamarquês Hans Christian Joachim Gram (1853-1938), em 1884, o qual permite diferenciar bactérias com diferentes estruturas de parede celular a partir das colorações que estas adquirem após tratamento com agentes químicos específicos. O método consiste em tratar sucessivamente um esfregaço bacteriano, fixado pelo calor, com os reagentes cristal violeta, lugol, etanol-acetona e fucsina básica. As bactérias que adquirem a coloração azul violeta são chamadas de Gram-positivas e aquelas que adquirem a coloração vermelho são chamadas de Gram-negativas.



colocadas para os procedimentos, assim, quando cobrir com os corantes, mantem-se o isopor suporte de lâminas na posição horizontal e quando realizar a lavagem e descoloração pode manter sob a inclinação, facilitando a realização das etapas.

É muito importante que as lâminas sejam indicadas quanto ao número do vaso procedente para garantir a fidelidade dos dados a serem colhidos e neste caso, é recomendável o uso de fita crepe com a anotação feita a lápis, porque como será trabalhado com álcool (evitar o uso de acetona com os estudantes), anotações com tinta de caneta poderão ser apagadas, gerando grande possibilidade de misturar as correspondências das procedências dos números dos vasos de cultivo, inviabilizando o êxito da sequência didática.

#### **Técnica da coloração de Gram:**

<b>Produto utilizado</b>	<b>Tempo de exposição</b>
1 Gota de Violeta de Cristal - Cobrir	60 segundos
Lavar com fio de água destilada	Remover excesso c/ Pisseta*
1 gota de lodo de Gram ou Lugol - Cobrir	60 segundos
Lavar com fio de água destilada	Remover excesso c/ Pisseta
Descorar com álcool a 95% ou Acetona	15 segundos (10 a 15 s)
Lavar com fio de água destilada	Remover excesso c/ Pisseta
1 Gota de Safranina - Cobrir	60 segundos
Lavar com fio de água destilada	Remover excesso c/ Pisseta

NOTA: fazer o fio de água destilada de forma indireta, sempre acima do local do esfregaço para remover apenas o excesso de corante.

\*Recipiente de uso laboratorial no qual se armazenam compostos de diversas naturezas, como por exemplo, água destilada.

- Equipe 3 – Deverá coordenar os procedimentos de observação das lâminas microscópicas preparadas pelos estudantes:
  - Materiais preparados por secções histológicas de nódulos radiculares devem ser observados na Lupa Estereoscópica e no Microscópio Óptico.

- Esmegãos preparados e corados pela Técnica da Coloração de Gram<sup>11</sup> devem ser observados em Microscópio Óptico, sob a lente de imersão (100x e com óleo próprio de imersão). O uso do equipamento deve ser orientado para a delicadeza ao manipular o Macro e Micrômetro, ajustes de intensidade de luminosidade e iniciar a observação pelo aumento da Objetiva Menor Aumento (4X), alternando gradativamente as objetivas até finalizar a observação no Aumento (40X), caso o seu equipamento apresente a próxima Objetiva (100X = imersão em óleo próprio), deve-se adicionar uma gota do óleo de imersão, posicionar a objetiva e cuidadosamente correr o campo visual, suavemente, utilizando o *Charriot*, percorrendo a lâmina a partir do ponto inicial, de cima para baixo, da esquerda para a direita, de baixo para cima, da esquerda para a direita e vice-versa. Quando detectar algo no campo visual, as imagens devem ser capturadas, utilizando os dispositivos dos smartphones.

**NOTA:** imediatamente após o uso do microscópio com a lente de imersão, o professor deverá realizar o procedimento de limpeza da objetiva 100x com o uso da solução Álcool-éter (1:1 ou 50%:50%) e o lenço de papel suave.

- Os estudantes devem ser orientados a fazerem uso dos recursos disponíveis para captura de imagens e coleta de dados de imagens finais. É necessário disponibilizar uma Lupa Estereoscópica e um Microscópio Óptico para que os estudantes possam fazer as observações das lâminas preparadas. Valendo-se do uso dos *smartphones* pessoais, as imagens devem ser capturadas, mas para apresentação dos resultados comparativos de desenvolvimento das plantas, as imagens devem ser utilizadas apenas do *smartphone* do mediador e deste, socializadas no grupo, para resguardar os direitos de uso de imagem.
- Por fim, os estudantes devem ser orientados a organizar os dados coletados para auxiliar na análise final em que deverão confirmar ou descartar as hipóteses elaboradas na aula SD-2 quanto as explicações dos efeitos do tratamento no desenvolvimento do trevo branco sob as três condições sugeridas.

<sup>11</sup> Provida Provendo Soluções Preservando Vidas. **Técnica de Gram**. 2020. Disponível em: <<http://www.provida.ind.br/site/index.php/bacterias/bacterias/122-tecnica-de-gram.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

- É essencial que os estudantes utilizem as informações consultadas durante a etapa de pesquisa orientada para que de forma organizada consigam estabelecer as condições para avançar gradativamente na construção do conhecimento científico apropriado pela metodologia utilizada.

#### **VII. Recursos didáticos:**

- Sala de Aula Convencional como laboratório de pesquisa na iniciação científica, em se tratando da não existência de laboratório na escola;
- Livro didático Biologia hoje, v. III de Linhares, Gewandsznajder e Pica (2017), como fonte básica de consulta e pesquisa imediata;
- Caixa de Primeiros Socorros;
- Luvas descartáveis de Látex ou de PVC;
- Óculos de segurança e avental;
- Herbário Escolar;
- Lupa Estereoscópica;
- Microscópio Óptico;
- *Notebook*, *Smartphone* pessoal (Regente de Sala);
- Material escolar pessoal;
- Corantes de Gram (Cristal Violeta, Lugol, Etanol-Acetona, Fucsina Básica e água destilada);
- Micrótomo manual ou isopor para suportar os cortes das secções dos nódulos radiculares;
- Álcool-Éter e lenço de papel suave, para limpeza da Objetiva de Imersão;
- Óleo de imersão para uso de Objetivas de Imersão (Aumento 100X);
- Tesoura, pinça e estilete (limitados na quantidade de duas unidades por item, fornecidos exclusivamente pelo Regente de Sala e de forma bem controlada por constituírem instrumentos perfurocortantes).

#### **VIII. Avaliação:**

A avaliação deverá ser diagnóstica mediante apresentação dos seguintes instrumentos:

- Registro e coleta de dados;
- Criatividade na definição dos elementos de coleta de dados obtidos das lâminas preparadas pelos participantes;
- Organização dos dados coletados;
- Qualidade das imagens selecionadas para composição de dados;
- Argumentações para confirmação ou refutação das hipóteses;



- Conclusão final amparada na discussão dos resultados comparativos do desenvolvimento das plantas sob as três condições de tratamento no cultivo.

#### **IX. Referências:**

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

Provida Provendo Soluções Preservando Vidas. **Técnica de Gram**. 2020. Disponível em: <<http://www.provida.ind.br/site/index.php/bacterias/bacterias/122-tecnica-de-gram.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

## Seis Aulas – SD-6

**I. Aula 6: Revelação do tratamento dispensado no cultivo, considerações finais e autoavaliação.**

Data: \_\_\_\_\_

**II. Dados de Identificação:**

Colégio: \_\_\_\_\_

Professor (a): \_\_\_\_\_

Disciplina: Biologia Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Tempo de duração previsto: 50 minutos.

**III. Tema:**

- Revelação do tratamento dispensado no cultivo, considerações finais e autoavaliação da aprendizagem.

**IV. Objetivos:****Objetivo geral:**

- Permitir ao estudante protagonista na modalidade ativa de aprendizagem o processo de análise comparativa de informações através do fornecimento dos dados de cultivo para as atribuições necessárias ao descarte ou confirmação de hipóteses, validando a experiência científica dentro da prática investigativa.

**Objetivos específicos:**

- Finalizar aspectos envolvidos na realização das atividades através da revelação das informações e dados de cultivo dispensados a cada vaso;
- Promover o julgamento autocrítico dos níveis de interesse, motivação e apropriação da aprendizagem;
- Permitir que os estudantes tenham uma participação global do processo, envolvendo sua aprendizagem;
- Detectar possíveis falhas no processo;
- Possibilitar a inclusão/exclusão de procedimentos como sugestões futuras;

- Levantar dados sobre o nível de interesse e motivação ao qual foram atingidos com o estudo;
- Levantar a informação do nível de apropriação de aprendizagem considerada pelo participante no estudo.

#### **V. Conteúdos:**

- Confirmação de hipóteses e Autoavaliação

#### **VI. Desenvolvimento do tema:**

- Os estudantes devem ser acolhidos na sala de aula para que seja realizada uma breve conversa dialogada sobre a experiência vivenciada no espaço escolar.
- Neste interim o mediador deverá revelar as informações em cartaz com os dados dispensados no cultivo da leguminosa *Trifolium repens* para que os estudantes possam de forma coletiva e dialogada, estabelecer as comparações com os dados de registro, confrontando as suas hipóteses levantadas para a explicação das influências possíveis das diferentes concentrações do Nitrogênio presente nos fertilizantes sobre o processo de nodulação radicular e o desenvolvimento da planta cultivada. Para então, refutar ou confirmar as hipóteses formuladas no início da SD.
- Na continuidade, os participantes devem ser esclarecidos da importância em contribuir para julgar a si mesmo, quanto ao processo de interesse, motivação e aprendizagem percebida em sua apropriação de conhecimentos.
- Os estudantes devem ser orientados para a relevância de registrar apontamentos de críticas e sugestões para melhoria do processo.
- Para este momento o sistema de autoavaliação deve ser planejado para que os campos de preenchimento sejam de fácil leitura e compreensão dos critérios, apresentando campos para registros de observações (quando necessárias) e para o registro de sugestões (quando oportunas).
- O ambiente deve privilegiar pela tranquilidade para que os estudantes possam concentrar na atividade.
- Obs.: a ficha de autoavaliação deve ser elaborada pelo regente aplicador, por tanto, fica ao arbítrio para a sua criação.

#### **VII. Recursos didáticos:**

- Material escolar pessoal.
- Ficha de Autoavaliação impressa.



**VIII. Avaliação:**

A avaliação deverá ser diagnóstica e anônima mediante apresentação do seguinte instrumento:

- Preenchimento da Atividade de Autoavaliação com os registros de apontamentos para os critérios de interesse e motivação, bem como do nível de apropriação de aprendizagem, seguidas das suas respectivas observações (quando necessário e oportunamente). Este instrumento também apresentará um campo para que as sugestões.
- Ficha de autoavaliação – pode ser elaborada a critério, ou seguir a sugestão apresentada no Apêndice 4 do documento original da pesquisa do autor.

**IX. Referências:**

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que as propostas pedagógicas aqui sugeridas possam contribuir para estimular os nobres colegas professores a desenvolverem atividades nas quais os estudantes sejam provocados a participarem do processo de construção do conhecimento de sua aprendizagem.

Estudantes ativos, estimulados por metodologias diferenciadas, tendem a desenvolverem o sentimento de pertencimento, tornando a escola, enquanto espaço de aprendizagem, um ambiente prazeroso do qual eles percebem que se constituem inseridos.

Existem muitas formas de promover o engajamento dos estudantes nos estudos, mesmo que os recursos governamentais não sejam aplicados de forma suficiente para assegurar o oferecimento de instalações físicas adequadas, com laboratórios equipados com os aparelhos e materiais necessários às boas práticas educacionais. Assim, temos nos profissionais da educação a maior de todas as missões, voltada a oportunizar aos nossos estudantes, um olhar diferenciado, crítico e uma vivência no universo da ciência, superando as adversidades em prol do oferecimento da transposição didática e do letramento científico.

Deseja-se que a possibilidade depositada nesta sequência didática possa servir como um norte, um recurso pleno de flexibilidade para uso conforme a configuração original ou com as adequações necessárias a cada realidade local e que o sucesso maior, seja a aprendizagem do estudante que saberá reconhecer e valorizar o seu professor, a sua professora na linha de frente da Educação.

Você poderá conhecer mais sobre como a proposta original foi aplicada, consultando o conteúdo apresentado na dissertação dos autores cujo título está descrito na folha de rosto desta sequência didática, no campo onde é citada a natureza do trabalho.

Solicita-se apenas que a fonte seja citada.

Os autores.

## REFERÊNCIAS

FAGUNDES, José A.; GONZALEZ, Carlos Eduardo F. **Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da botânica no ensino médio**. 34 p. 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

LIMA, D. B.; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos de Aplicação**, v. 24, n. 1, jan./jun. 2011.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**, Volume III. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Revista Comunicação e Educação**, São Paulo, editora Moderna, p. 27-35, abr. 1995. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/vidsal.htm>> Acesso em: 17 out. 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares de Biologia**. Curitiba: SEED/SUED, 2008. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

TALARICO, T. C.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, P. L. de; DÖWCH, I.; LANDERS, J. N. **De olho no ambiente**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 5 ed., 1992.

## SITES CONSULTADOS

Ciclo do Nitrogênio. MAG – 4/14 – **Ciclo do Nitrogênio**. IMPEvídioseduc. 30 de set. de 2009, 5:20. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Eaq\\_6g5Q\\_tA](https://www.youtube.com/watch?v=Eaq_6g5Q_tA)>. Acesso em: 17 de out. 2019.

Portal Educação. **Resíduos perfurocortantes**. 2019. Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/residuos-perfurocortantes/38871>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

Provida Provendo Soluções Preservando Vidas. **Técnica de Gram**. 2020. Disponível em: <<http://www.provida.ind.br/site/index.php/bacterias/bacterias/122-tecnica-de-gram.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

## APÊNDICE 6 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

**Título do Projeto:** “INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp.”

**Pesquisador Responsável:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Patricia do Rocio Dalzoto

**Local da Pesquisa:** Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato – Ensino Fundamental, Médio e Profissional.

**Endereço:** Rua Quinze de Outubro, 525, Estância. CEP: 83323 – 040 - Pinhais/PR.

E-mail: [pinhaisarnaldo@seed.pr.gov.br](mailto:pinhaisarnaldo@seed.pr.gov.br) e Telefone: (41) 3667-1237.

### O que significa assentimento?

Assentimento significa que você, adolescente, menor de idade, concorda em fazer parte de uma pesquisa. Você terá todos os seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

### Informação ao participante

Você, estudante do 4º ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, na modalidade de Técnico em Administração, está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo analisar e ajudar a produzir uma estratégia de aprendizagem, construída conjuntamente, passo a passo, utilizando o cultivo de uma planta forrageira conhecida comumente como trevo branco, da qual serão preparadas lâminas de microscopia para observar ao microscópio as deformações ocorrentes em suas raízes e para a exploração de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através de aulas dinâmicas que envolvam sua participação ativa, baseada na resolução de problemas, se a sua turma vier a ser sorteada para este método comparando os resultados de avaliação com a metodologia tradicional de ensino, baseada nas explicações orais com uso do quadro de giz e a projeção de telão, se a sua turma for sorteada para este outro método.

Esta pesquisa é importante porque a partir desta estratégia será possível analisar as dificuldades e potencialidades no processo de ensino e aprendizagem de Microbiologia relacionada à Ecologia na disciplina de Biologia, avaliando de forma comparada a metodologia ativa aplicada, com o processo de ensino tradicional.

Os benefícios deste trabalho são: a criação de uma estratégia de aprendizagem, seguindo o passo a passo, que possibilite a você, ser colocado como elemento central nessa prática educativa, permitindo a colaboração e a troca de experiências com os demais estudantes, associando os conteúdos de Microbiologia e Ecologia e a promoção da melhoria das aulas de Biologia a partir da iniciação científica pela produção de lâminas de microscopia a partir de cortes transversais de raízes do trevo branco, uma plantinha escolhida pelos pesquisadores para a realização das atividades.



Este trabalho será desenvolvido na própria sala de aula do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, durante as aulas de Biologia utilizando o cultivo do trevo branco (um tipo de planta forrageira) na horta escolar como recurso biológico para uso nas atividades investigativas e de preparação das lâminas de microscopia com os cortes das raízes da planta.

As atividades compreenderão a aplicação de um pré-teste no início da pesquisa e um pós-teste, ao final da pesquisa. A coleta e cultivo da planta conhecida como trevo branco, a qual apresenta uma associação ecológica, conhecida pela ciência, com um tipo de bactéria que vive nas suas raízes produzindo deformações globulares ou arredondadas, benéficas à planta. A partir dessa planta, serão explorados os conceitos de Microbiologia e Ecologia relacionados aos microrganismos que vivem associados às suas raízes.

As turmas escolhidas para a realização do estudo passarão por um sorteio que definirá os grupos de acordo com as ideias metodológicas (grupo de metodologia tradicional e grupo de metodologia ativa, baseada na resolução de problemas). Neste estudo a turma considerada controle será conduzida pelo método tradicional, através da apresentação do conteúdo programático da série com explicação oral e apoio dos recursos básicos dispostos pelo livro didático e o uso de projeção no telão. A outra turma desenvolverá a proposta do roteiro de aula na concepção da metodologia ativa na aprendizagem baseada em problemas, de forma a permitir a participação efetiva dos estudantes no seu processo de ensino.

As atividades estão planejadas para a realização em 10 aulas, sendo que as duas primeiras aulas serão destinadas a explicar os propósitos, os procedimentos de coleta da planta, transplante e cultivo em espaço específico, destinado na horta escolar do colégio. Esta etapa será realizada entre o final do segundo semestre do ano letivo.

Na continuidade, as oito aulas serão destinadas a realizar os procedimentos que desenvolverão as atividades dentro das diferentes ideias metodológicas de ensino envolvidas no estudo.

O material obtido como questionários, imagens e vídeos será de uso restrito para esta pesquisa e será destruído/descartado por incineração e deleção ao término do estudo, dentro de quinze meses, após a realização da pesquisa. Para garantia de que a identidade será preservada em confidencialidade, os questionários serão inominados, isto é, sem nome, contendo apenas um código de identificação e as fotos e/ou imagens terão os rostos desfocados por um programa de edição de imagens que permite tal recurso.

### **Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?**

Caso você aceite participar, será necessário que você esteja presente durante as aulas de Biologia sobre Ecologia no contexto da Microbiologia no Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato e realize as atividades propostas. Essa pesquisa terá um risco mínimo para você, como por exemplo, o desconforto ou constrangimento diante de dúvidas na realização das atividades, ou poderá incorrer no risco de se cortar (caso não siga as orientações e/ou não use os materiais indicados) como é o caso da aula prática de preparação dos cortes transversais das deformidades globosas presentes nas raízes da planta a ser utilizada neste estudo e conhecida como trevo branco. Caso sinta-se inseguro para realizar os procedimentos de cortes com o fatiador manual de talos vegetais que não expõe lâmina cortante e que, portanto, apresenta risco mínimo de causar lesões, você poderá pedir auxílio ao professor ou deixar que outro colega realize a ação em seu lugar, sem problema algum. Quanto ao entendimento da dinâmica das atividades, você poderá esclarecer todas as suas dúvidas durante a realização das mesmas.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo no seu colégio e no caso de aceitar participar você poderá desistir a qualquer momento também sem qualquer prejuízo para você, pois os conteúdos serão desenvolvidos igualmente nas duas

turmas, diferenciando apenas a metodologia que será desenvolvida a partir de sorteio (Metodologia Ativa ou Metodologia Tradicional), assegurando que não haja nenhum prejuízo para o estudante em participar desta ou da outra metodologia e da mesma forma, garantindo que os conteúdos sejam trabalhados com todos os estudantes participantes ou não participantes no estudo, mas valendo-se para registro e levantamento de dados apenas àqueles autorizados legalmente e concordantes da sua participação livre, esclarecida e espontânea.

Durante os momentos em que serão realizados os preenchimentos dos questionários pelos estudantes concordantes e autorizados, os estudantes que não participarem do estudo, realizarão uma atividade paralela de revisão do conteúdo, sem prejuízo para ambos.

### **Contato para dúvidas**

Se você ou os responsáveis por você tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador principal ou membro de sua equipe Profa. Dra. Patricia do Rocio Dalzoto ([pdalzoto@gmail.com](mailto:pdalzoto@gmail.com)) pelo telefone (41) 991171664 ou na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-980 - Departamento de Patologia Básica, sala 128b, das 8h às 17h de 2ª a 6ª feira, e, José Anevan Fagundes ([prof.anevan@yahoo.com.br](mailto:prof.anevan@yahoo.com.br)), pelo telefone (41) 3667-1237 ou no endereço do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, na Rua Quinze de Outubro, 525, Estância. CEP: 83323-040, Pinhais/PR de 2ª a 6ª feiras no horário das 18:30hrs às 22:50hrs.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE**

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão.

Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO.

Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

**Pinhais, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.**

---

**[Assinatura do Adolescente]**

---

**José Anevan Fagundes**

**(Pesquisador Colaborador - Mestrando PROFBIO/UFPR que aplicou o TALE)**



## APÊNDICE 7 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL (TCLE)

**Título do Projeto:** “INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp.”

**Pesquisador Responsável:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Patricia do Rocio Dalzoto

**Local da Pesquisa:** Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato – Ensino Fundamental, Médio e Profissional.

**Endereço:** Rua Quinze de Outubro, 525, Estância. CEP: 83323 – 040 - Pinhais/PR.

E-mail: [pinhaisarnaldo@seed.pr.gov.br](mailto:pinhaisarnaldo@seed.pr.gov.br) e Telefone: (41) 3667-1237.

### O que significa assentimento?

Assentimento significa que você, adolescente, **menor de idade**, concorda em fazer parte de uma pesquisa. Você terá todos os seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

### Informação ao participante

Você, estudante do 4º ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, na modalidade de Técnico em Administração, está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo analisar e ajudar a produzir uma estratégia de aprendizagem, construída conjuntamente, passo a passo, utilizando o cultivo de uma planta forrageira conhecida comumente como trevo branco, da qual serão preparadas lâminas de microscopia para observar ao microscópio as deformações ocorrentes em suas raízes e para a exploração de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através de aulas dinâmicas que envolvam sua participação ativa, baseada na resolução de problemas, se a sua turma vier a ser sorteada para este método comparando os resultados de avaliação com a metodologia tradicional de ensino, baseada nas explicações orais com uso do quadro de giz e a projeção de telão, se a sua turma for sorteada para este outro método.

Esta pesquisa é importante porque a partir desta estratégia será possível analisar as dificuldades e potencialidades no processo de ensino e aprendizagem de Microbiologia relacionada à Ecologia na disciplina de Biologia, avaliando de forma comparada a metodologia ativa aplicada, com o processo de ensino tradicional.

Os benefícios deste trabalho são: a criação de uma estratégia de aprendizagem, seguindo o passo a passo, que possibilite a você, ser colocado como elemento central nessa prática educativa, permitindo a colaboração e a troca de experiências com os demais estudantes, associando os conteúdos de Microbiologia e Ecologia e a promoção da melhoria das aulas de Biologia a partir da iniciação científica pela produção de lâminas de microscopia a partir de cortes transversais

de raízes do trevo branco, uma plantinha escolhida pelos pesquisadores para a realização das atividades.

Este trabalho será desenvolvido na própria sala de aula do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, durante as aulas de Biologia utilizando o cultivo do trevo branco (um tipo de planta forrageira) na horta escolar como recurso biológico para uso nas atividades investigativas e de preparação das lâminas de microscopia com os cortes das raízes da planta.

As atividades compreenderão a aplicação de um pré-teste no início da pesquisa e um pós-teste, ao final da pesquisa. A coleta e cultivo da planta conhecida como trevo branco, a qual apresenta uma associação ecológica, conhecida pela ciência, com um tipo de bactéria que vive nas suas raízes produzindo deformações globulares ou arredondadas, benéficas à planta. A partir dessa planta, serão explorados os conceitos de Microbiologia e Ecologia relacionados aos microrganismos que vivem associados às suas raízes.

As turmas escolhidas para a realização do estudo passarão por um sorteio que definirá os grupos de acordo com as ideias metodológicas (grupo de metodologia tradicional e grupo de metodologia ativa, baseada na resolução de problemas). Neste estudo a turma considerada controle será conduzida pelo método tradicional, através da apresentação do conteúdo programático da série com explicação oral e apoio dos recursos básicos dispostos pelo livro didático e o uso de projeção no telão. A outra turma desenvolverá a proposta do roteiro de aula na concepção da metodologia ativa na aprendizagem baseada em problemas, de forma a permitir a participação efetiva dos estudantes no seu processo de ensino.

As atividades estão planejadas para a realização em 10 aulas, sendo que as duas primeiras aulas serão destinadas a explicar os propósitos, os procedimentos de coleta da planta, transplante e cultivo em espaço específico, destinado na horta escolar do colégio. Esta etapa será realizada entre o final do segundo semestre do ano letivo.

Na continuidade, as oito aulas serão destinadas a realizar os procedimentos que desenvolverão as atividades dentro das diferentes ideias metodológicas de ensino envolvidas no estudo.

O material obtido como questionários, imagens e vídeos será de uso restrito para esta pesquisa e será destruído/descartado por incineração e deleção ao término do estudo, dentro de quinze meses, após a realização da pesquisa. Para garantia de que a identidade será preservada em confidencialidade, os questionários serão inominados, isto é, sem nome, contendo apenas um código de identificação e as fotos e/ou imagens terão os rostos desfocados por um programa de edição de imagens que permite tal recurso.

### **Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?**

Caso você aceite participar, será necessário que você esteja presente durante as aulas de Biologia sobre Ecologia no contexto da Microbiologia no Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato e realize as atividades propostas. Essa pesquisa terá um risco mínimo para você, como por exemplo, o desconforto ou constrangimento diante de dúvidas na realização das atividades, ou poderá incorrer no risco de se cortar (caso não siga as orientações e/ou não use os materiais indicados) como é o caso da aula prática de preparação dos cortes transversais das deformidades globosas presentes nas raízes da planta a ser utilizada neste estudo e conhecida como trevo branco. Caso sinta-se inseguro para realizar os procedimentos de cortes com o fatiador manual de talos vegetais que não expõe lâmina cortante e que, portanto, apresenta risco mínimo de causar lesões, você poderá pedir auxílio ao professor ou deixar que outro colega realize a ação em seu lugar, sem problema algum. Quanto ao entendimento da dinâmica das atividades, você poderá esclarecer todas as suas dúvidas durante a realização das mesmas.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo no seu colégio e no caso de aceitar participar você poderá desistir a qualquer momento também sem qualquer prejuízo para você, pois os conteúdos serão desenvolvidos igualmente nas duas turmas, diferenciando apenas a metodologia que será desenvolvida a partir de sorteio (Metodologia Ativa ou Metodologia Tradicional), assegurando que não haja nenhum prejuízo para o estudante em participar desta ou da outra metodologia e da mesma forma, garantindo que os conteúdos sejam trabalhados com todos os estudantes participantes ou não participantes no estudo, mas valendo-se para registro e levantamento de dados apenas àqueles autorizados legalmente e concordantes da sua participação livre, esclarecida e espontânea.

Durante os momentos em que serão realizados os preenchimentos dos questionários pelos estudantes concordantes e autorizados, os estudantes que não participarem do estudo, realizarão uma atividade paralela de revisão do conteúdo, sem prejuízo para ambos.

### **Contato para dúvidas**

Se você ou os responsáveis por você tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador principal ou membro de sua equipe Profa. Dra. Patricia do Rocio Dalzoto ([pdalzoto@gmail.com](mailto:pdalzoto@gmail.com)) pelo telefone (41) 991171664 ou na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-980 - Departamento de Patologia Básica, sala 128b, das 8h às 17h de 2ª a 6ª feira, e, José Anevan Fagundes ([prof.anevan@yahoo.com.br](mailto:prof.anevan@yahoo.com.br)), pelo telefone (41) 3667-1237 ou no endereço do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, na Rua Quinze de Outubro, 525, Estância. CEP: 83323-040, Pinhais/PR de 2ª a 6ª feiras no horário das 18:30hrs às 22:50hrs.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE**

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

**Pinhais, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.**

---

**[Assinatura do Adolescente]**

---

**José Anevan Fagundes**

**(Pesquisador Colaborador - Mestrando PROFBIO/UFPR que aplicou o TALE)**

## APÊNDICE 8 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ESTUDANTES MAIORES DE 18 ANOS

Prezado ESTUDANTE maior de 18 anos do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional na Modalidade de Administração de Empresas, matriculado no 4º Ano, no período noturno, no Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato, você está sendo convidado(a) por nós, Prof.<sup>a</sup> Dra. Patricia do Rocio Dalzoto e José Anevan Fagundes, aluno do PROFBIO – Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade Federal do Paraná, a participar de um estudo intitulado “INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp.” Este estudo tem por relevância investigar a importância de atividades práticas envolvendo a produção de lâminas de microscopia para a observação de materiais biológicos visualizados em cortes transversais preparados a partir das raízes de *Trifolium sp*, uma plantinha conhecida comumente como trevo branco.

a) O objetivo desta pesquisa é analisar a produção de uma sequência didática utilizando o cultivo de uma planta forrageira conhecida comumente como trevo branco, da qual serão preparadas lâminas de nódulos ocorrentes em suas raízes para a exploração de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através de metodologia ativa comparando os resultados de avaliação com a metodologia tradicional.

b) Caso você participe desta pesquisa, será necessário que realize um pré-teste no início e um pós-teste ao final e que participe das atividades previstas de acordo com a metodologia direcionada ou para as aulas tradicionais ou ativas, definida a sua turma por sorteio. A atividade prática será realizada no interior da sala de aula, durante as aulas normais no turno ao qual frequenta, sendo orientado (a) em equipe para a utilização de um pequeno fatiador manual para pequenos talos vegetais, cuja lâmina de aço inoxidável descartável do tipo de barbear, fica presa entre duas peças de encaixe, sem a sua exposição como estilete, evitando riscos de cortes acidentais, pois para que a fatia seja feita é necessário introduzir o talo no espaço próprio que permite a passagem de talos com tamanho máximo, equivalente à grossura de um palito de espetinho de carne. Como a instalação desta lâmina de aço inoxidável no fatiador será feita pelo pesquisador antes da sua utilização pelos estudantes e a sua durabilidade é muito maior do que o tempo necessário para a realização das atividades propostas, não haverá a necessidade de troca dessa lâmina durante a realização da pesquisa. As demais atividades serão realizadas utilizando recursos básicos de consulta ao livro didático público, disponibilizado a todos os estudantes matriculados, o acervo da biblioteca escolar e o laboratório de informática da escola para possíveis complementações de pesquisa.

c) Para tanto, será necessário que você esteja presente durante as suas aulas normais, de acordo com o horário escolar dos dias da semana, seguindo o planejamento da matriz curricular, pois os conteúdos serão desenvolvidos igualmente a todos os estudantes das turmas selecionadas para esta pesquisa em Ecologia relacionada à Microbiologia. Destinando-se: 1ª e 2ª aulas – explicação e orientação das atividades, sorteio das turmas para determinação da qual seguirá a metodologia ativa e qual turma seguirá a metodologia tradicional. 3ª aula: atividade de aplicação do pré-teste. Da 4ª a 9ª aula – Roteiros específicos para a turma de ensino conforme o método tradicional e metodologia ativa. 10ª aula: atividade de aplicação do pós-teste. Cada aula terá duração de 50 minutos, tempo correspondente a uma aula de Biologia. Caso você não autorize a sua participação neste estudo ou desista ao longo de sua realização, participará igualmente aos demais colegas de sala das atividades, porém seus dados não serão utilizados para fins desta pesquisa e durante as aplicações dos questionários para os concordantes em

participação, você ficará acomodado em outra sala onde será disponibilizado um estudo de revisão dos conteúdos envolvidos em nosso estudo para que não haja prejuízo educacional.

d) É possível que você experimente algum tipo desconforto ou constrangimento, como por exemplo, uma dificuldade eventual na realização de uma ou outra atividade, o que pode acontecer em toda e qualquer situação semelhante, onde esteja resolvendo questões sobre um determinado tema. Também poderá incorrer no risco de se cortar (caso não siga as orientações e/ou não use os materiais indicados) como é o caso da aula prática de preparação de lâminas de cortes de nódulos das raízes do trevo branco, apesar de que o equipamento que será disponibilizado (micrótomo manual) não apresenta lâmina exposta, reduzindo muito a ocorrência de acidentes.

e) Para minimizar o desconforto, o professor estimulará mencionando a importância do trabalho desenvolvido em relação à colaboração na pesquisa realizada, proporcionando ainda um ambiente agradável para que a atividade seja desenvolvida. Quanto à insegurança no manuseio do material cortante para realizar a preparação das lâminas você poderá pedir auxílio ao professor, sempre que necessário. Ainda como medida de minimização dos riscos, todo estudante que estiver envolvido no preparo e manipulação das lâminas e lamínulas de microscopia, receberá uma luva cirúrgica descartável em látex para uso em procedimento, também existirá uma pequena caixa de primeiros socorros para qualquer eventualidade indesejável de ocorrência de lesões decorrentes das atividades planejadas. Nesta caixa de primeiros socorros terá disponível: solução “spray” de antisséptico, curativo de bandagem adesiva do tipo “*Band-Aid*”, gaze estéril e fita microporosa do tipo micropore. Considerando que haja alguma ocorrência de lesão por cortes, durante os procedimentos práticos, o estudante receberá uma gaze esterilizada para comprimir suavemente o local que deverá ser lavado com água e sabão para depois borrifar a solução antisséptica, cobrindo o local com um pedaço de fita microporosa. Estará disponível na sala: um galão de 5 litros de água limpa, um sabão em pedra e um balde limpo para o caso da necessidade de lavar o local da lesão. Em relação ao constrangimento em não saber realizar uma ou mais atividades será esclarecido que todos podemos ter dúvidas e que isso é normal no processo de ensino-aprendizado, e ainda que caso isso ocorra o professor estará disponível para ajudar do início ao fim da aplicação, esclarecendo possíveis dúvidas.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: a criação de uma estratégia passo a passo que possibilite o aprendizado do estudante colocado como elemento central nessa prática educativa, participando de todas as etapas ou fases dessa prática, permitindo a colaboração e a troca de experiências entre os estudantes com a vivência experimental associada aos conteúdos de Microbiologia e Ecologia; a melhoria das aulas de Biologia a partir da preparação de lâminas de microscopia contendo cortes transversais das raízes de uma plantinha conhecida como trevo branco para observação em microscópio e registro de informações; a publicação do artigo científico ao final desta pesquisa, além de colaborar com o acréscimo do saber em educação, irá divulgar esta metodologia podendo atingir um grande número de docentes, os quais poderão também passar a utilizar tais atividades em suas aulas de Ecologia relacionada à Microbiologia.

g) Os pesquisadores 1) Profa. Dra. Patricia do Rocio Dalzoto e 2) José Anevan Fagundes, responsáveis por este estudo poderão ser localizados 1) na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-980 Departamento de Patologia Básica, sala 128b, no horário das 9h00 às 17h30 (de segunda a sexta-feira) e pelo e-mail: [pdalzoto@gmail.com](mailto:pdalzoto@gmail.com) ou pelo telefone (41) 991171664; 2) no Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato - Ensino Fundamental, Médio e Profissionalizante, na Rua Quinze de Outubro, 525, Bairro



Estância, CEP: 83323-040 em Pinhais/PR, no horário de 18:30 às 22:50h de 2ª a 6ª feira e pelo e-mail: prof.anevan@yahoo.com.br ou pelo telefone (41) 3667-1237 para esclarecer eventuais dúvidas que os senhores(as) possam ter e fornecer-lhes as informações que desejarem antes, durante ou após o término do estudo.

h) Os conteúdos serão desenvolvidos igualmente nas duas turmas, diferenciando apenas a metodologia que será desenvolvida (definida por sorteio: metodologia ativa e metodologia tradicional), assegurando que não haja nenhum prejuízo para o estudante em participar desta ou da outra metodologia e da mesma forma, garantindo que os conteúdos sejam trabalhados com todos os estudantes inclusos ou não inclusos no estudo, mas valendo-se para registro apenas àqueles autorizados legalmente e concordantes da sua participação. Assim, a participação do estudante maior de 18 anos do 4º Ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional neste estudo é voluntária e nenhum prejuízo será acarretado ao estudante se o mesmo não autorizar a sua participação nesta pesquisa. Caso você venha a desistir da participação durante o processo e não queira mais fazer parte desta pesquisa, você poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe seja devolvido este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas e pelo coordenador do curso de mestrado. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob a forma codificada, para que a **identidade do estudante, mesmo maior de 18 anos, seja preservada e mantida sua confidencialidade.**

j) O estudo não acarretará nenhuma despesa a você estudante participante e da mesma forma, você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome e sim um código.

l) Se você, estudante maior de 18 anos tiver dúvidas sobre seus direitos como participante da pesquisa, você poderá contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

m) O material obtido como questionários, imagens e vídeos será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado por incineração e deleção ao término do estudo, dentro de quinze meses, após a realização da pesquisa. Para garantia de que a identidade será preservada em confidencialidade, os questionários serão inominados, isto é, sem nome, contendo apenas um código de identificação e as fotos e/ou imagens terão os rostos desfocados por um programa de edição de imagens que permite tal recurso.



Eu, \_\_\_\_\_ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios da pesquisa. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim, estudante maior de 18 anos de idade.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

**Pinhais, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.**

---

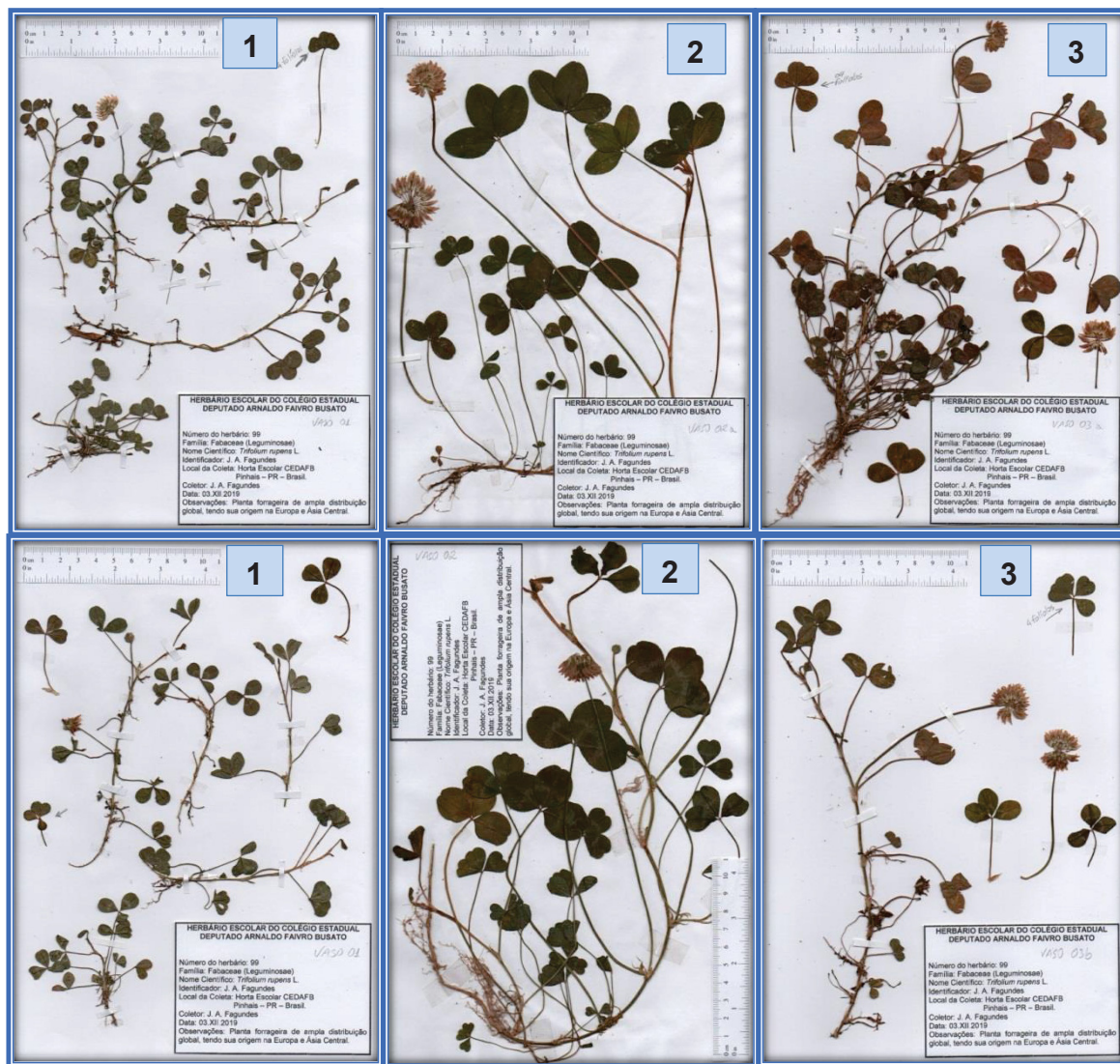
**[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]**

---

**José Anevan Fagundes**  
**(Pesquisador Colaborador - Mestrando PROFBIO/UFPR que aplicou o TCLE)**

## APÊNDICE 9 – PRANCHAS DE EXSICATAS

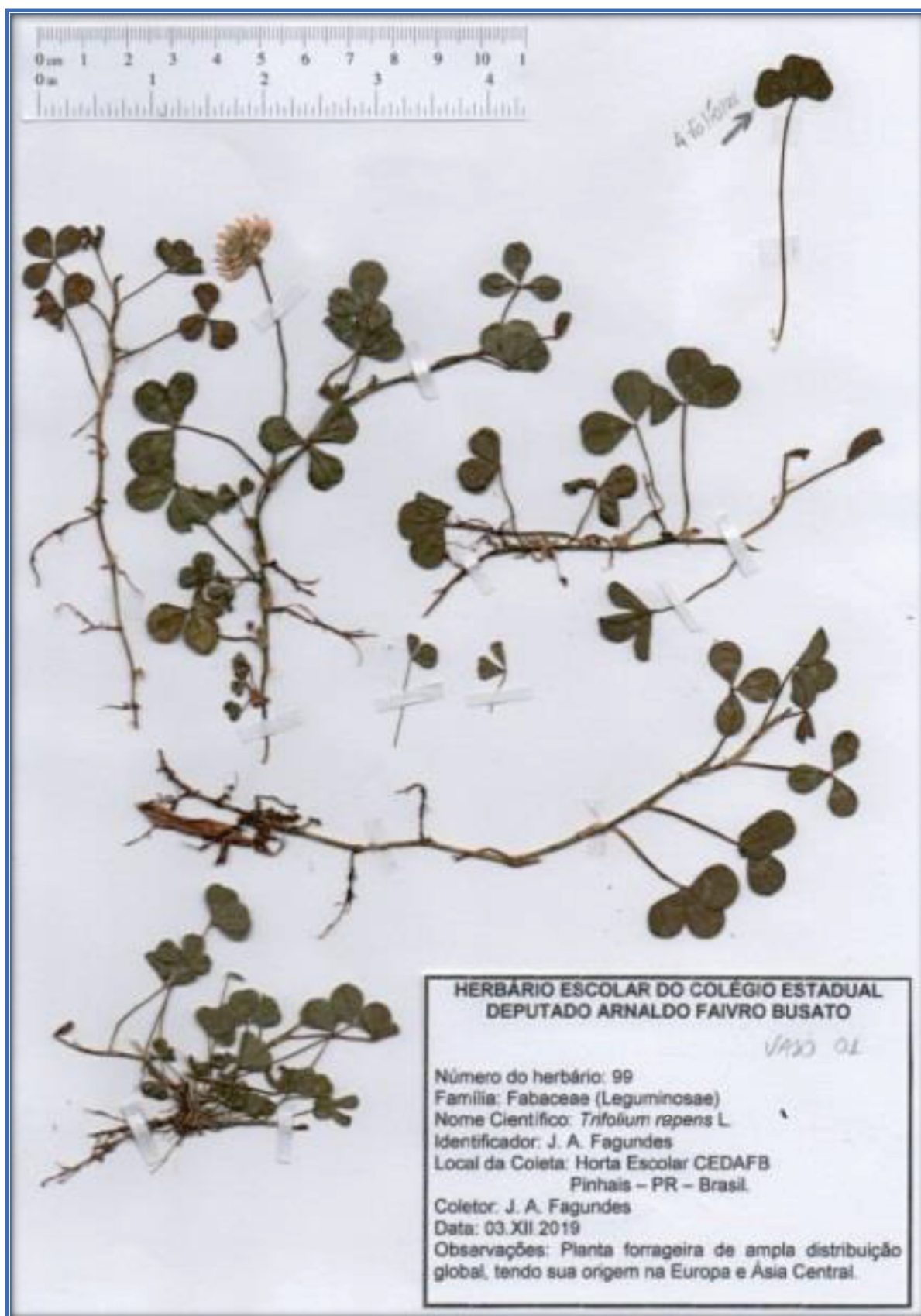
### HERBÁRIO ESCOLAR DO COLÉGIO ESTADUAL DEP. ARNALDO F. BUSATO



EXSICATAS PRENSADAS E DESIDRATADAS PROVENIENTES DAS ATIVIDADES PREVISTAS NA PESQUISA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp.

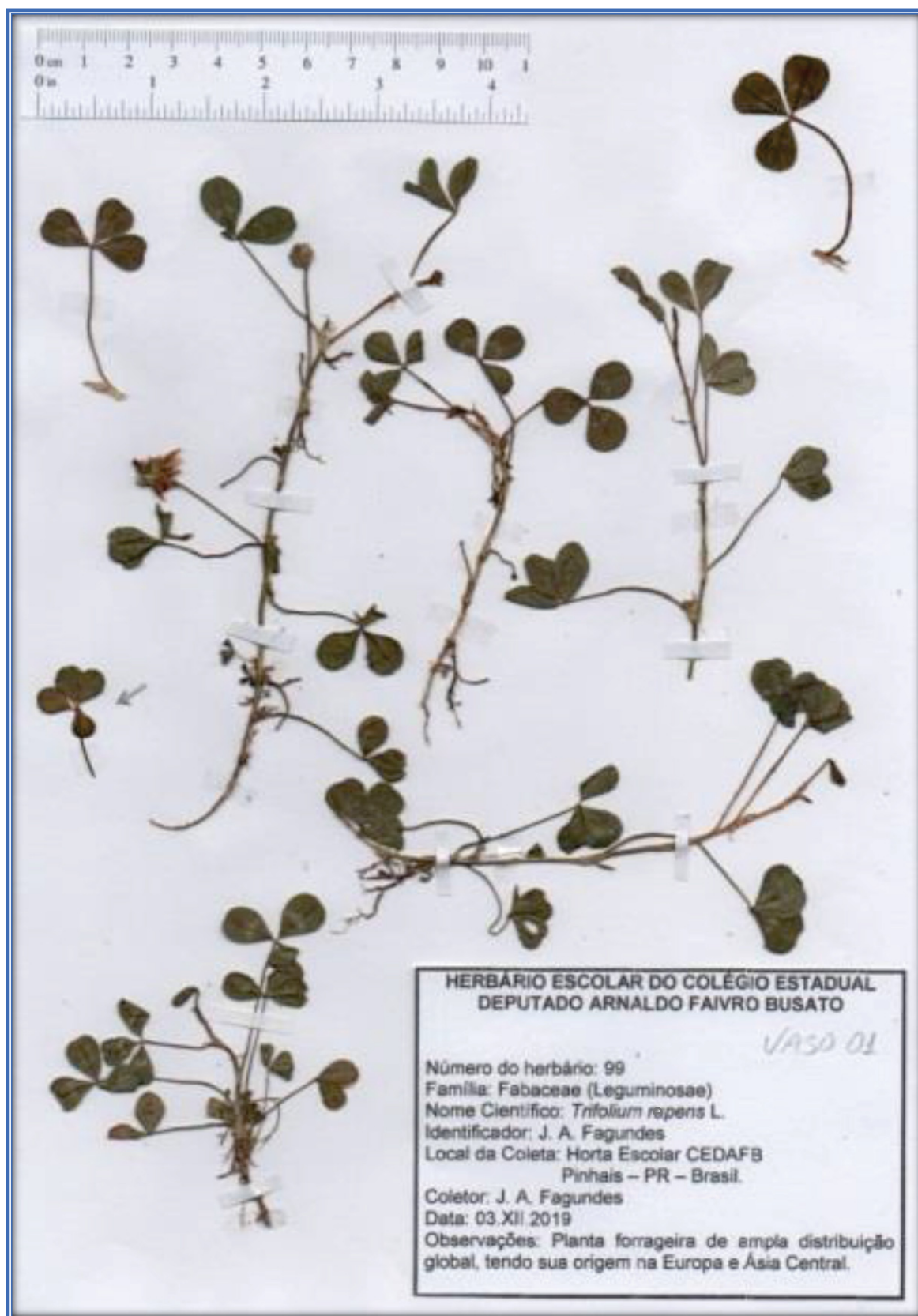
CEDAFB – PINHAIS

2019

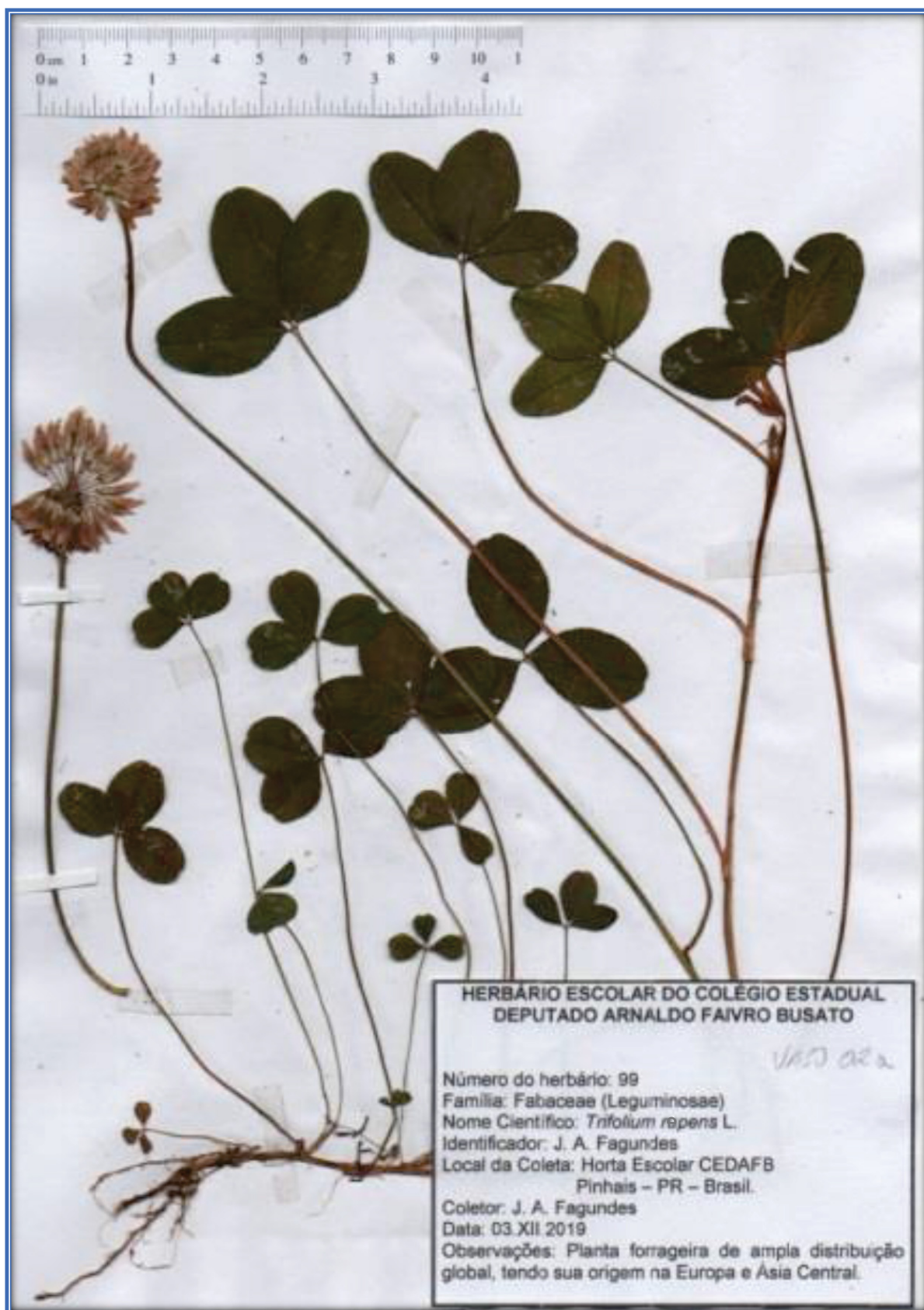


PRANCHA 1 – EXSICATA (VASO 1 – NPK: 15-0-0) - *Trifolium repens* L.





PRANCHA 2 – EXSICATA EM DUPLICATA (VASO 1 – NPK: 15-0-0) - *Trifolium repens*



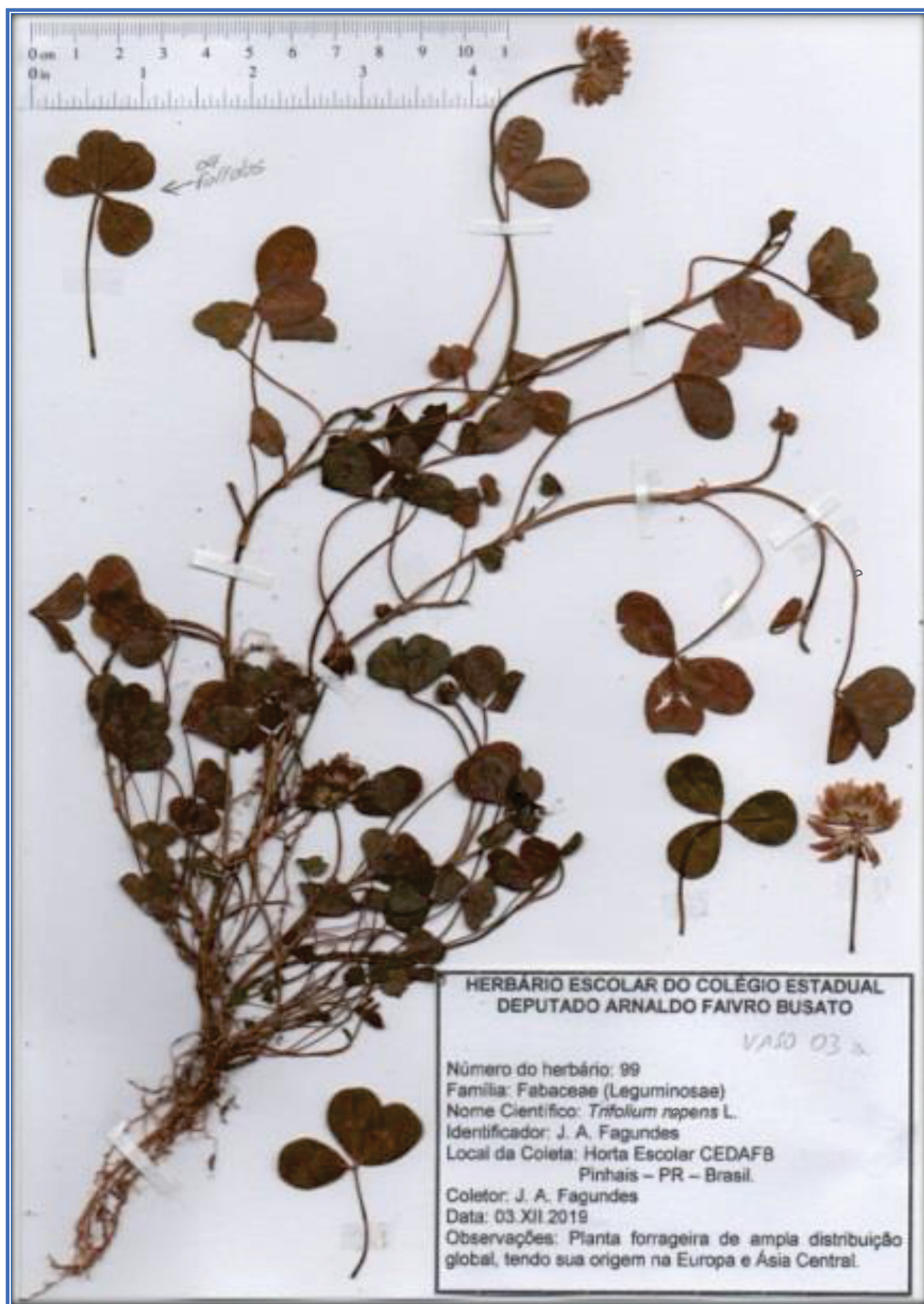
PRANCHA 3 – EXSICATA (VASO 2 – NPK: 0-0-0) - *Trifolium repens* L.





PRANCHA 4 – EXSICATA EM DUPLICATA (VASO 2 – NPK: 0-0-0) - *Trifolium repens*



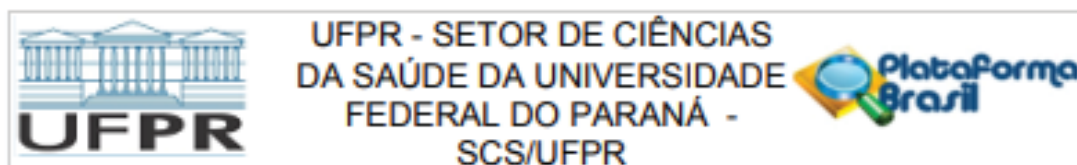


PRANCHA 5 – EXSICATA (VASO 3 – NPK: 4-14-8) - *Trifolium repens* L.



PRANCHA 6 – EXSICATA DUPLICATA (VASO 3 – NPK: 4-14-8) - *Trifolium repens* L.

## ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp.

**Pesquisador:** Patrícia do Rocio Dalzoto

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 19681219.6.0000.0102

**Instituição Proponente:** Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - ProfBio

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.696.105

## Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa de mestrado em Biologia - PROFBIO intitulado "INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO BÁSICO DE BIOLOGIA PELA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE NÓDULOS RADICULARES DE *Trifolium* sp" do pesquisador José Anevan Fagundes sob a orientação da Profa. Dra. Patrícia do Rocio Dalzoto. Período da pesquisa: Março de 2019 a Dezembro de 2019.

## Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral:

## OBJETIVO GERAL

- Desenvolver aula investigativa envolvendo o cultivo de *Trifolium repens* L. para exploração da aprendizagem de conceitos microbiológicos relacionados à Ecologia através de metodologia ativa comparando resultados de avaliação com a metodologia tradicional.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Associar o conteúdo programático da disciplina de Biologia à experimentação pelo desenvolvimento de atividades práticas de microscopia em microbiologia;  
 - Propor um estudo para uma aprendizagem significativa na qual o estudante seja ativamente provocado a buscar suas respostas para o processo de simbiose entre a planta adotada para o estudo e as bactérias nodulares de suas raízes;

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br





UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR



Continuação do Parecer: 3.696.105

- Montar uma sequência de atividades que oportunizem a vivência das rotinas do universo da ciência dentro de uma proposta de aprendizagem investigativa;
- Compreender a importância da simbiose entre os agentes envolvidos no processo de fixação de nitrogênio atmosférico através de metodologia ativa.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A pesquisa por meio do estudo comparado entre a metodologia tradicional e o ensino promovido por meio da inserção de metodologias ativas de aprendizagem pode contribuir significativamente para sinalizar a importância da quebra do paradigma do ensino tradicional face às necessidades da conjuntura em promover o protagonismo acadêmico na educação básica, pois permitirá diagnosticar a validação da importância da iniciação científica como melhoria na qualidade do ensino ofertado na rede escolar pública.

Outro benefício está relacionado com o aspecto da contextualização, aplicado em ambas as situações de ensino, seja no modelo tradicional, seja no modelo ativo, os estudantes terão as mesmas oportunidades de apropriação de informações relacionadas com o cotidiano biológico que nos rodeia, aos quais muitas vezes não estabelecem correlações.

Da mesma forma, os materiais, o método, assim como toda a produção intelectual gerada a partir deste estudo, estará disponível para o acesso e a consulta da comunidade escolar, permitindo a ampla publicidade para a reprodução, adaptação ou redirecionamento por outros professores, nesta e em muitas outras unidades educacionais que desejem fazê-lo.

#### **RISCOS:**

Por tratar-se de uma pesquisa que envolve atividades normais com atividades tradicionais e de práticas escolares de mínimo risco para os estudantes participantes com características peculiares do cotidiano, cujo instrumento de coleta de dados na forma de questionário anônimo prévio e posterior não estabelece o levantamento de informações pessoais ou de invasão de privacidade de modo a assegurar que não haja desconforto emocional ou pressões psicológicas para o estudante.

Durante a manipulação da plantinha forrageira *Trifolium* sp, vulgarmente conhecido como trevo-branco ou trevo dos gramados, os estudantes prepararão cortes dos nódulos radiculares desta e para tanto, utilizarão um micrótomo manual, cuja lâmina de aço inoxidável encontra-se alojada entre duas plataformas rotacionais que não expõe a face cortante, ao manipulador, apresentando mínimo risco de acidentes com cortes ao substituir a lâmina cortante, fato que não será necessário pois a durabilidade do material é suficiente recomendado para o tempo necessário dos

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

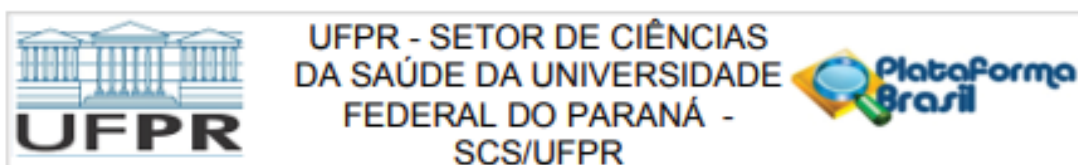
**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.060-240

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 3.696.105

procedimentos.

Ainda, nos procedimentos de montagem das lâminas, poderá ocorrer o risco de acidentes cortantes com a manipulação de lâminas, mas especialmente, das laminulas de microscopia. Porém, os estudantes utilizarão os materiais de manipulação com toda a orientação técnica previamente e com supervisão durante a realização dos procedimentos metodológicos.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa em nível de mestrado profissional em Biologia – PROFBIO está bem redigida e a fundamentação encontra-se pautada em bibliografia de acordo à temática abordada. Trata-se de pesquisa qualitativa que busca comparar o típico ensino tradicional conteudista em contraponto com as metodologias ativas elencadas na concepção de aprendizagem baseada em problemas. A construção do conhecimento a partir da "Vida" concreta oportuniza uma aprendizagem significativa e prazerosa quando teoria e prática apresentam-se como uma estratégia motivadora na estruturação do conhecimento. Desse modo a proposta dos autores é promover uma participação mais ativa do estudante inserindo-os no contexto da discussão científica. Os participantes da pesquisa serão alunos de 17 a 23 anos que estudam no período noturno, matriculados no 4º Ano do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional na modalidade de Técnico em Administração do Colégio Estadual Deputado Arnaldo Faivro Busato localizado no município de Pinhais. As turmas escolhidas para a realização do estudo serão as turmas 4TB e 4TC constituindo um universo amostral de 65 alunos. As turmas passarão por um sorteio que definirá os grupos de acordo com as concepções metodológicas (grupo tradicional e grupo metodologia ativa). Os estudantes serão convocados a participar de uma reunião na qual receberão informações sobre os objetivos, natureza da pesquisa e os critérios para a participação da mesma. Caso haja estudante de menor, os pais e/ou responsáveis legais também receberão uma carta de apresentação do projeto de pesquisa com os objetivos e as metodologias a serem empregadas durante a execução da pesquisa. Considera-se como critério de inclusão dessa pesquisa que os participantes estejam presentes em todas as etapas do estudo (aula expositiva e dialogada, aplicação do questionário anônimo semiestruturado, pré-teste, realização dos procedimentos experimentais e do questionário pós-teste), além de atender a concordância mediante a assinatura no TALE e no TCLE. Apresentam-se como critério de exclusão os estudantes que não tiverem a concordância de seus pais e/ou responsável legal expressa via TCLE ou do próprio estudante que recusar-se a participar do estudo não assinando o TALE, como também, os estudantes que não

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

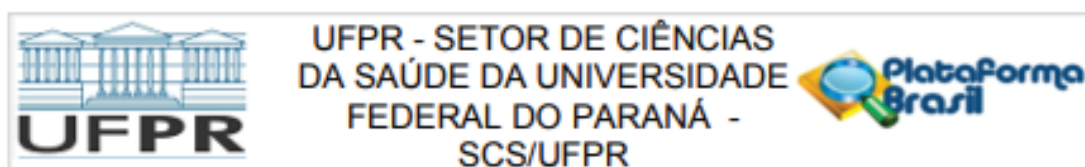
**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 3.696.105

estiverem presentes em uma das etapas de coleta mencionadas anteriormente nos critérios de inclusão. A aplicação desse estudo tem previsão para acontecer em 3 semanas distribuídas em 10 aulas de 50 minutos cada. No Brasil a Microbiologia, especificamente no Ensino Médio, costuma ser trabalhada de maneira mais teórica e a falta de aulas práticas de Ciências e Biologia tem tido uma repercussão negativa tanto na aprendizagem quanto na sua aplicação. Investir em atividades práticas e experimentais voltadas para o cotidiano do aluno é uma estratégia motivadora que o leva a querer aprender. O recurso a ser explorado nas aulas investigativas será a leguminosa *Trifolium repens* – vulgarmente conhecida como trevo branco, um gênero de planta que contribui para a melhoria da fertilidade dos campos, em razão de fixar grande quantidade de Nitrogênio através de seus nódulos radiculares.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória encontram-se presentes.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

- É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

\*Em caso de projetos com Coparticipantes que possuam Comitês de Ética, seu TCLE somente será liberado após aprovação destas instituições.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011 CONEP/CNS).

Favor agendar a retirada do TCLE pelo telefone 41-3360-7259 ou por e-mail [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br), necessário informar o CAAE.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

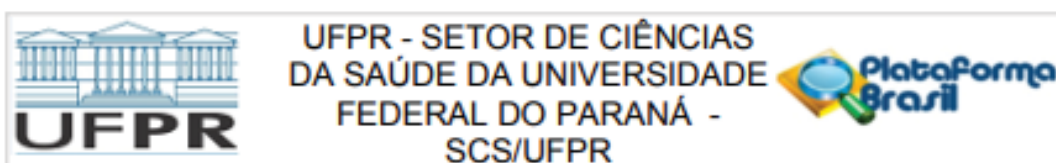
**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)





Continuação do Parecer: 3.696.105

Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1409264.pdf	13/10/2019 13:32:48		Aceito
Outros	Carta_Simples_de_RESPOSTA_ao_Parecer_n_3598976.docx	13/10/2019 13:28:22	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Outros	TALE_ANEVAN_corrigido.docx	13/10/2019 13:26:10	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_pais_eou_responsavel_Legal_corrigido.docx	13/10/2019 13:25:05	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Estudante_maior_18_anos_corrigido.docx	13/10/2019 13:24:24	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TCM_anevan_Patricia_PB_CEP_corrigido.doc	13/10/2019 13:23:08	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_PB_CEP.pdf	29/08/2019 00:35:43	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.docx	29/08/2019 00:33:35	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_ESCLARECIDO.docx	29/08/2019 00:32:41	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TCM_anevan_Patricia_PB_CEP.doc	20/08/2019 10:05:47	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Outros	CHECK_LIST_DOCUMENTAL.pdf	14/08/2019 20:18:48	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA_DA_INSTITUICAO_COPARTICIPANTE.pdf	14/08/2019 10:48:22	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Aceito
Outros	Análise_do_merito_cientifico_a_ser_c	14/08/2019	JOSE ANEVAN	Aceito

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

Bairro: Alto da Glória

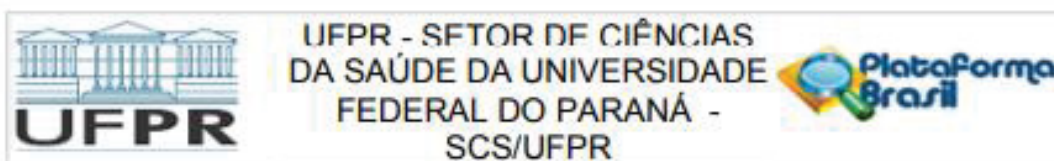
CEP: 80.060-240

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-7259

E-mail: [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)



Continuação do Parecer: 3.696.105

Outros	ertificada_pelo_pesquisador_principal.pdf	10:42:56	FAGUNDES	Acelto
Outros	EXTRATO_DE_ATA_APROVACAO_PROJETO.pdf	14/08/2019 10:39:58	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Acelto
Outros	CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO_DO_PESQUISADOR_AO_CEP.pdf	14/08/2019 10:38:08	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Acelto
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_Compromissos_da_Equipe_de_Pesquisa.pdf	14/08/2019 10:35:56	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Concordancia_da_Instituicao_Coparticipante.pdf	14/08/2019 10:34:41	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Delaracao_de_Infraestrutura.pdf	14/08/2019 10:33:28	JOSE ANEVAN FAGUNDES	Acelto

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 11 de Novembro de 2019

Assinado por:  
IDA CRISTINA GUBERT  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

Bairro: Alto da Glória

CEP: 80.060-240

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-7259

E-mail: cometica.saude@ufpr.br